

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
12. April 2001 (12.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/25625 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02P 17/12

(72) Erfinder; und

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03395

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAUSSMANN, Martin [DE/DE]; Kirchhofstrasse 3, 74343 Sachsenheim (DE).  
HEIMES, Joachim [DE/DE]; Platanenweg 14/1, 71706 Markgroeningen (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
27. September 2000 (27.09.2000)

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, KR, RU, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
199 48 193.8 6. Oktober 1999 (06.10.1999) DE  
199 56 381.0 24. November 1999 (24.11.1999) DE

Veröffentlicht:

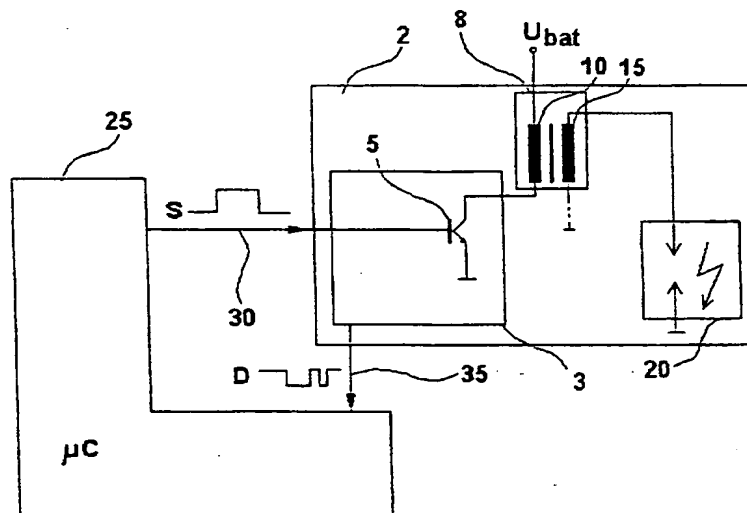
— Mit internationalem Recherchenbericht.

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR IGNITION IN AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ZÜNDUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a device and method for ignition of an internal combustion engine with at least one cylinder. Said device comprises a central control unit and peripheral units each dedicated to one cylinder, whereby digital control signals are sent to the peripheral units by the central control unit, initiating the ignition of the cylinder by the peripheral unit. Measurement values relating to states in the peripheral units are determined by the peripheral units and digital diagnostic signals are sent to the central control unit according to said measurement values, whereby, the central control unit determines at least one time difference between the control signals and the diagnostic signals for evaluation of the diagnostic signals.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/25625 A1



---

(57) **Zusammenfassung:** Es wird eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Zündung einer Brennkraftmaschine mit mindestens einem Zylinder vorgeschlagen, wobei die Vorrichtung eine Zentralsteuereinheit und Peripherieeinheiten aufweist, die jeweils einem Zylinder zugeordnet sind, wobei von der Zentralsteuereinheit digitale Steuersignale an die Peripherieeinheiten ausgesendet werden, durch die die Peripherieeinheiten zur Zündung des jeweiligen Zylinders veranlasst werden, wobei von den Peripherieeinheiten Messwerte über Zustände in den Peripherieeinheiten ermittelt und in Abhängigkeit von den Messwerten digitale Diagnosesignale an die Zentraleinheit gesendet werden, wobei von der Zentralsteuereinheit zur Auswertung der Diagnosesignale mindestens eine Zeitdifferenz zwischen den Steuersignalen und den Diagnosesignalen ermittelt wird.

5

Vorrichtung und Verfahren zur Zündung einer  
Brennkraftmaschine

10

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung und einem Verfahren zur Zündung einer Brennkraftmaschine nach Gattung der unabhängigen Ansprüche. Aus der EP-PS 0 344 394 sind bereits eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Zündung einer Brennkraftmaschine bekannt, die den Primärspannungsverlauf einer Zündspule als Funktion der Zeit mittels einer Schaltung auswerten, wobei die Vorrichtung einen

zusätzlichen Baustein erforderlich macht. Anhand eines Vergleichs mit einem Referenz-Primärspannungsverlauf kann der Fall festgestellt werden, bei dem die Primärspannungs-Amplitude vor Ablauf einer festgelegten Zeit unter eine festgelegte Amplitude sinkt. Dieser Fall wird als

Fehlzündung gedeutet.

25

30

In der DE-OS 41 40 147 wird beschrieben, daß der Verlauf der Sekundärspannung bzw. die auf die Primärseite transformierte Brennspannung mittels eines Sensors erfaßt wird und bei korrekter Zündung das an einer Diagnoseleitung anliegende Signal von 1 auf 0 (oder alternativ von 0 auf 1) geschaltet wird. Es ist somit eine zylinderselektive Erfassung von fehlerhaften Zündungen möglich.

Die EP-OS 0 020 069 zeigt und beschreibt eine Vorrichtung, bei der der Primärspannungsverlauf derart überwacht wird, daß die Zeitdifferenz, während dessen die Primärspannung  
5 einen bestimmten, vorgegebenen Wert übersteigt, mit einer vorgegebenen Zeitdifferenz verglichen wird. Bleibt die Primärspannung oberhalb des vorgegebenen Werts während einer längeren Zeitdifferenz, verglichen mit der vorgegebenen Zeitdifferenz, wird eine fehlerhafte Zündung erkannt.

10

#### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüchen  
15 haben dem gegenüber den Vorteil, daß der Verlauf von Größen des Primärkreises oder des Sekundärkreises unter Anwendung von Schwellwerten überwacht wird. Bei Über- bzw. Unterschreitung der vorgegebenen Schwellwerte wird in einer digitalen Diagnoseleitung eine Flanke erzeugt, die in einem  
20 Mikroprozessor ausgewertet wird. Die mittels der Diagnoseleitung übermittelten Flanken erlauben eine Auswertung von Zeiträumen, in denen bestimmte Zündungszustände vorliegen. Diese Auswertung führt bei geeigneter Wahl der Schwellwerte zur Unterscheidung  
25 verschiedener Ursachen von Fehlzündungen, was ein Auffinden und eine Beseitigung dieser Ursachen erleichtert. Als weiterer Vorteil ist anzusehen, daß die schaltungstechnische Realisierung der erfindungsgemäßen Vorrichtung so einfach ist, daß ein zusätzlicher Baustein zur Zündungsdiagnose  
30 nicht vorgesehen werden muß.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Vorrichtung bzw. des Verfahrens möglich. Besonders vorteilhaft ist, daß sowohl  
5 die Diagnosesignale verschiedener Größen wie Primärstrom und Primärspannung als auch die Diagnosesignale mehrerer Zylinder über eine Sammel-Diagnoseleitung unter Beachtung der zeitlichen Reihenfolge, verknüpft über einen Verknüpfungs-Baustein oder eine Open-Kollektor-Schaltung  
10 geführt werden können.

Ebenso ist es vorteilhaft, die Zeitzähleinheit und ein Teil der Recheneinheit des Mikrocomputers in einer zeitverarbeitenden Einheit unterzubringen, die separat vom  
15 Mikrocomputer angeordnet ist und mit ihm verbunden ist, da die von der zeitverarbeitenden Einheit durchzuführenden Vergleiche von Signalen mit einem fortlaufenden Zeitzähler die Kapazität des Mikrocomputers so nicht belastet.

Von Vorteil erweist sich weiterhin, zu untersuchen, ob die gemessenen Zeiträume innerhalb von Sollwertintervallen liegen, da die Betriebsparameter der Brennkraftmaschine gewissen Schwankungen unterliegen, die auch bei korrekter Zündung die Sollwerte innerhalb gewisser Grenzen schwanken  
20 lassen. Dabei ist es vorteilhaft, die Grenzen der Sollwertintervalle anhand von Modellannahmen in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine zu ermitteln und in der Speichereinheit des Mikrocomputers abzulegen. Diese Ablage kann auch während der Applikation erfolgen. Die  
30 Sollwertintervalle werden dann abhängig von den entsprechenden Betriebsparametern der Brennkraftmaschine aus der Speichereinheit für den jeweilig durchzuführenden

Vergleich ausgelesen. Besonders vorteilhaft erweist sich als Betriebsparameter die Batteriespannung zu wählen. Eine weitere vorteilhafte Verbesserung wird erreicht, in dem anhand statistischer Verfahren während der Laufzeit der Brennkraftmaschine anhand der gemessenen Zeitdifferenz-Werte die jeweiligen Sollwertintervalle ermittelt werden. Für bestimmte Anwendungen erweist es sich außerdem als vorteilhaft, die gemessene Zeitdifferenz mit einem Sollwert zu vergleichen. Als besonders vorteilhaft wird dabei die Bildung eines Verhältnisses der gemessenen Zeitdifferenz mit der entsprechenden Zeitdifferenz des vorangegangenen Verbrennungsvorgangs des selben Zylinders vorzunehmen. Das Verhältnis wird dann auf die Abweichung von 1 überprüft. Temperatur- und Batteriespannungsschwankungen wirken sich auf das Verhältnis durch den geringen zeitlichen Abstand zwischen zwei Verbrennungsvorgängen kaum aus. Vorteilhaft bei der Auswertung der Zeiträume ist außerdem, daß anhand des Ansteuersignals die Zeiträume zylinderspezifisch unterschieden werden können und so eine zylinderspezifische Fehleranalyse vorgenommen werden kann. Demnach kann in vorteilhafter Weise der Fehler mit einem Bezug auf den jeweiligen Zylinder in der Speichereinheit des Mikrocomputers gespeichert, auf einer Anzeigeeinheit ausgegeben oder zylinderspezifische Notmaßnahmen ergriffen werden.

Es erweist sich weiterhin als vorteilhaft, daß bei Überschreitung eines bestimmten, vorgegebenen ersten Schwellwertes eines Primärstromes eine erste Flanke, die sogenannte erste Ladeflanke, und bei einer Ausschaltflanke im Ansteuersignal eine zweite Flanke, die sogenannte zweite Ladeflanke, in der zugehörigen Diagnoseleitung erzeugt wird.

Weiterhin kann es von Vorteil sein, auch dann eine zweite Flanke, die sogenannte zweite ÜTA-Flanke, in der zugehörigen Diagnoseleitung zu erzeugen, wenn eine Übertemperaturabschaltung des steuerbaren Schalters

5 detektiert wird. Somit ergibt sich in vorteilhafter Weise die Möglichkeit, als Zeitdifferenz zwischen einer Einschaltflanke im Ansteuersignal des jeweiligen Zylinders und der ersten Ladeflanke die Einschaltzeit zu ermitteln und zu überprüfen, ob die Einschaltzeit innerhalb eines ersten

10 Sollwertintervalls liegt. Bei geeigneter Wahl des ersten Schwellwertes kann ermittelt werden, ob ein Kurzschluß zur Batteriespannung oder ein Windungskurzschluß in der Zündspule vorliegt. Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn die Zeit zwischen der ersten Ladeflanke und der zweiten

15 Ladeflanke als Ladezeit ermittelt und überprüft wird, ob die Ladezeit innerhalb eines zweiten Sollwertintervalls liegt. In vorteilhafter Weise kann daraus erkannt werden, ob ein Wackelkontakt in der Peripherieeinheit oder ein Fehler im Mikrocomputer oder der zeitverarbeitenden Einheit vorliegt.

20 Als vorteilhaft erweist sich weiterhin, beim Auftreten einer zweiten ÜTA-Flanke vor der zweiten Ladeflanke die Zeitdifferenz zwischen erster Ladeflanke und zweiter ÜTA-Flanke als Ladezeit zu erkennen. Dies ist vorteilhaft, da dann ebenfalls über die Diagnoseleitung das Auftreten einer

25 Übertemperatur-Abschaltung detektiert werden kann.

Ebenso erweist sich als vorteilhaft, dann eine erste Flanke, die sogenannte erste Spannungsflanke, in der Diagnoseleitung zu erzeugen, wenn die Primärspannung einen zweiten

30 Schwellwert überschreitet, und eine zweite Flanke, die sogenannte zweite Spannungsflanke zu erzeugen, wenn die Primärspannung einen dritten Schwellwert unterschreitet.

Vorteilhaft ist es, aus der Zeitdifferenz zwischen Ausschaltflanke des Ansteuersignals und erster Spannungsflanke eine Anstiegszeit zu ermitteln. In ebenso vorteilhafter Weise kann aus der Zeitdifferenz zwischen Ausschaltflanke des Ansteuersignals und erster Spannungsflanke eine Anstiegszeit und erster Spannungsflanke und zweiter Spannungsflanke eine Zündzeit bestimmt werden, wobei dann, wenn die ermittelte Anstiegszeit einen dritten Sollwert unterschreitet und die Zündzeit einen vierten Sollwert überschreitet, eine Zündung als nicht erfolgt bewertet werden kann.

#### Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung, Figur 2 den zeitlichen Verlauf eines Ansteuerungssignals, eines Primärstroms, einer Primärspannung, eines Strom-Diagnosesignals und zweier Beispiele für ein Spannungs-Diagnosesignal (schematisch),

Figur 3 den zeitlichen Verlauf eines Ansteuerungssignals, eines Primärstroms, einer Primärspannung und zweier Ausführungsbeispiele eines Strom-/Spannungs-Diagnosesignals (schematisch),

Figur 4 den zeitlichen Verlauf eines Ansteuerungssignals, eines Primärstroms, einer Primärspannung, eines Strom-Diagnosesignals und zweier Ausführungsbeispiele eines Spannungs-Diagnosesignals bei Übertemperaturabschaltung (schematisch),



Figur 5 den zeitlichen Verlauf eines Ansteuerungssignals, eines Primärstroms, einer Primärspannung und zweier Ausführungsbeispiele eines Strom-/Spannungs-Diagnosesignals bei Übertemperaturabschaltung (schematisch),

5 Figur 6 den Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens (schematisch),

Figur 7 den Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens für die Betrachtung einer Einschaltzeit (schematisch),

10 Figur 8 den Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens für die Betrachtung einer Ladezeit (schematisch) und

Figur 9 den Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens für die Betrachtung einer Zündzeit (schematisch).

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

15

In Figur 1a ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Zündung einer Brennkraftmaschine gezeigt. Schematisch dargestellt ist eine Peripherieeinheit 2 für einen Zylinder der Brennkraftmaschine mit einer Zündendstufe 3, einer Zündspule 8, die eine Primärwicklung 10 und eine Sekundärwicklung 15 aufweist, und einer Zündkerze 20. Das erste Ende der Sekundärwicklung 15 liegt dabei in Reihe mit der ersten Elektrode der Zündkerze 20. Die zweite Elektrode der Zündkerze 20 und das zweite Ende der Sekundärwicklung 15 sind mit der Motormasse verbunden. Den wesentlichen Bestandteil der Zündendstufe 3 stellt der steuerbare Schalter 5 dar, der vorzugsweise als Leistungstransistor ausgebildet ist. Der Kollektor des Leistungstransistors liegt in Reihe mit dem ersten Ende der Primärwicklung 10 der Zündspule 8, während der Emitter des steuerbaren Schalters 5 mit der Masse verbunden ist. Das zweite Ende der Primärwicklung liegt in Reihe mit der Spannungsquelle  $U_{bat}$ .

20

25

30

Weiterhin weist die Vorrichtung zur Zündung einer Brennkraftmaschine in Figur 1a einen Mikrocomputer 25, der Teil einer Zentralsteuereinheit ist, auf, der eine Speichereinheit, eine Recheneinheit und eine Zeitzähleinheit enthält. Der Mikrocomputer 25 ist über eine Signalleitung 30 mit dem steuerbaren Eingang des steuerbaren Schalters 5 jeder Peripherieeinheit 2 verbunden. Über die Signalleitung werden digitale Steuersignale an die Peripherieeinheiten ausgesendet, durch die die jeweilige Peripherieeinheit eine Zündung veranlaßt. Weiterhin ist der Mikrocomputer 25 über eine Diagnoseleitung 35 mit der Zündendstufe 3 der Peripherieeinheit 2 verbunden. Über die Diagnoseleitung werden digitale Diagnosesignale von den Peripherieeinheiten zur Zentralsteuereinheit gesendet. Die Zeitzähleinheit des Mikrocomputers 25 kann auch in einer separaten vom Mikrocomputer arbeitenden zeitverarbeitenden Einheit (TPU) enthalten sein, die eine zusätzliche Recheneinheit aufweist. Die zeitverarbeitende Einheit ist dabei ebenfalls Teil der Zentralsteuereinheit. In diesem Fall ist (sind) die Diagnoseleitung(en) 35 mit der zeitverarbeitenden Einheit verbunden, wobei dann die zeitverarbeitende Einheit wiederum über eine Datenleitung oder Datenleitungen mit dem Mikrocomputer verbunden ist. Die zeitverarbeitende Einheit ist weiterhin mit der Signalleitung oder den Signalleitungen verbunden.

Einem weiteren Ausführungsbeispiel, das in Figur 1b dargestellt ist, kann entnommen werden, daß jedem Zylinder eine Peripherieeinheit 2 zugeordnet ist. In der Figur 1b sind die Peripherieeinheiten 2 für den 1. Zylinder, den 2. Zylinder und den n-ten Zylinder dargestellt. Dies kann den Bezeichnungen (1., 2., n) in den die jeweilige

Peripherieeinheit 2 darstellenden Rechtecken entnommen werden. Jede Peripherieeinheit 2 ist dabei mit dem Mikrocomputer 25 über eine Signalleitung 30 verbunden, wobei die Signalleitung 30 innerhalb jeder Peripherieeinheit 2 zum steuerbaren Schalter 5 führt, wie dies anhand von Figur 1a dargestellt wurde. Jede Peripherieeinheit ist außerdem mit einer Diagnoseleitung 35 verbunden, wobei in diesem Ausführungsbeispiel eine bestimmte, festgelegte Anzahl von Diagnoseleitungen mit einem Verknüpfungs-Baustein verbunden sind. Dabei können entweder alle Diagnoseleitungen der Peripherieeinheiten aller Zylinder mit einem einzigen Verknüpfungs-Baustein oder jeweils eine bestimmte, festgelegte Anzahl von Diagnoseleitungen mit einem Verknüpfungs-Baustein verbunden sein, wobei in diesem Fall mehrere derartige Verknüpfungs-Bausteine vorhanden sind. Der Verknüpfungs-Baustein oder die Verknüpfungs-Bausteine können separate Bausteine darstellen, oder in den Mikrocomputer 25, die zeitverarbeitende Einheit oder in eine oder mehrere Zündendstufen 3 integriert sein.

In Figur 1c ist ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem die Signale der Zündendstufen 3 der verschiedenen Zylinder über Diagnoseleitungen 35 mittels sogenannter Open-Kollector-Schaltungen 36 verknüpft werden können. Es können so die Signale mehrerer Diagnoseleitungen 35 zu dem Signal einer Sammel-Diagnoseleitung 37 verknüpft werden, wobei entweder die Signale aller oder Gruppen von vorzugsweise zwei, drei oder vier Diagnoseleitungen 35 zu einer Sammel-Diagnoseleitung 37 zusammengefaßt werden können. Jede Diagnoseleitung 35 eines (in der Zeichnung 1c von oben nach unten aufgereiht) 1. Zylinders, 2. Zylinders und n-ten Zylinders wird zur Basis eines steuerbaren

Schaltelements 38 der Open-Kollektor-Schaltung 36 geführt, wobei das steuerbare Schaltelement vorzugsweise als Transistor ausgeführt ist. Der Emitter jedes steuerbaren Schaltelements 38 ist mit der Masse verbunden. Die

5 Kollektoren der steuerbaren Schaltelemente 38 jeder Gruppe sind parallel zueinander verschaltet und liegen in Reihe mit einem Pull-up-Widerstand an der Batteriespannung. Die Kollektoren der steuerbaren Schaltelemente sind ebenfalls über die Sammel-Diagnoseleitung 37 mit dem Mikrocomputer 25

10 oder der zeitverarbeitend Einheit verbunden.

In Figur 1d ist die Zündendstufe 3 eines Zylinders noch einmal detaillierter dargestellt. Außer dem schon beschriebenen steuerbaren Schalter 5, der mit der

15 Signalleitung 30 und der Primärwicklung 10 sowie der Motormasse verbunden ist, sind weiterhin mindestens ein Komparator, vorzugsweise ein erster Komparator 45, ein zweiter Komparator 50 und ein dritter Komparator 55, mindestens ein Sensor, vorzugsweise ein erster Sensor 60

20 sowie ein flankenbildendes Element 65 Bestandteil der Zündendstufe 3. Der Ausgang des flankenbildenden Elements ist mit der Diagnoseleitung 35 verbunden, während die Ausgänge der Komparatoren 45,50,55 und eine Verbindungsleitung 67 zur Signalleitung 30 mit den Eingängen

25 des flankenbildenden Elements verbunden sind. Innerhalb des flankenbildenden Elements können die von dem ersten, zweiten und dritten Komparator und dem Sensor sowie der Signalleitung herrührenden Leitungen, die mit Flanken beaufschlagt sind, ebenfalls über einen Verknüpfungs-

30 Baustein oder eine Open-Collector-Schaltung zur Diagnoseleitung 35 verknüpft sein.

Die Wirkungsweise der in Figur 1 beschriebenen Bestandteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Zündung einer Brennkraftmaschine soll anhand der Figuren 2 bis 5 erläutert werden. In den Figuren 2 bis 5 ist in Richtung der Abszisse die Zeit aufgetragen. Dies ist jeweils anhand des oben gezeichneten Zeitstrahls dargestellt. In Figur 2a ist das Signal aufgetragen, das über die Signalleitung 30 vom Mikrocomputer auf den steuerbaren Schalter 5 der Zündendstufe 3 eines Zylinders übertragen wird. Zu einem ersten Zeitpunkt T1 wird der steuerbare Schalter 5 durch das Signal der Signalleitung 30, einer sogenannten Einschaltflanke, eingeschaltet und es fließt ein Primärstrom von der Spannungsquelle  $U_{bat}$  über die Primärwicklung 10, den steuerbaren Schalter 5 zur Motormasse. Der Verlauf des Primärstroms I ist in Figur 2b dargestellt. Der Figur 2b ist zu entnehmen, daß der Primärstrom I kontinuierlich mit der Zeit ansteigt. Dabei wird zu einem dritten Zeitpunkt T3 eine bestimmter, vorgegebener erster Schwellwert I1 überschritten. Zu einem zweiten Zeitpunkt T2 wird durch eine Flanke im Signal der Signalleitung 30, der sogenannten Ausschaltflanke, der steuerbare Schalter 5 gesperrt und somit in der Sekundärwicklung 15 der Zündspule 8 eine Hochspannung erzeugt, die dann an der Zündkerze 20 das Entstehen eines Zündfunken bewirkt. Der Vorgang zwischen erstem Zeitpunkt T1 und zweitem Zeitpunkt T2, während dessen der steuerbare Schalter durchgeschaltet ist, wird als Ladevorgang bezeichnet. Der Primärstrom I fällt nach dem zweiten Zeitpunkt T2 rasch auf Null ab. Die auf der Primärseite anliegende Primärspannung U ist in Figur 2c als Funktion der Zeit aufgetragen. Die Primärspannung U wird in der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Zündung einer Brennkraftmaschine von einem Punkt zwischen dem steuerbaren

Schalter 5 und der Primärwicklung 10 gegen Masse gemessen. Vor dem ersten Zeitpunkt T1 liegt die Primärspannung bei der von der Spannungsquelle vorgegebenen Batteriespannung  $U_{bat}$ . Ab dem ersten Zeitpunkt T1, bei dem der steuerbare Schalter 5 geöffnet wird, sinkt die Primärspannung auf die Sättigungsspannung. Nach dem zweiten Zeitpunkt T2 wird, nachdem eine Hochspannung in der Sekundärwicklung 15 induziert wurde, die Brennspannung, d.h. die Spannung, bei der der Funken an der Zündkerze brennt auf die Primärseite zurücktransformiert. Die Primärspannung hat dabei den in Figur 2c schematisch dargestellten Verlauf. In einem kurzen Zeitraum nach dem zweiten Zeitpunkt T2 steigt die Primärspannung sehr stark an und fällt anschließend wieder sehr stark ab, bleibt jedoch während des Brennens des Zündfunken auf einem hohen Niveau. Während des starken Anstiegs der Primärspannung überschreitet die Primärspannung zu einem vierten Zeitpunkt einen bestimmten, fest vorgegebenen zweiten Schwellwert der Primärspannung  $U_1$ . Nach Erlöschen des Zündfunken sinkt die Primärspannung wieder, bis sie die Batteriespannung erreicht. Während des Absinkens der Primärspannung passiert die Primärspannung einen bestimmten, fest vorgegebenen dritten Schwellwert. Dieser könnte sich beispielsweise bei einem Spannungswert  $U_2$  oder einem Spannungswert  $U_3$  (siehe Figur 2c) befinden. Wenn als dritter Schwellwert der Spannungswert  $U_2$  vorgegeben wird, dann sinkt die Primärspannung zu einem fünften Zeitpunkt T5 auf Spannungen unterhalb dieses dritten Schwellwerts  $U_2$ . Wird demgegenüber die niedrigere Spannung  $U_3$  als dritter Schwellwert vorgegeben, dann sinkt die Primärspannung zu einem sechsten Zeitpunkt T6 auf Spannungen unterhalb dieses dritten Schwellwerts  $U_3$ .

Nun soll die Entstehung des Diagnosesignals erläutert werden, das in der Diagnoseleitung 35 oder der Sammel-Diagnoseleitung 37 zum Mikrocomputer 25 bzw. zur zeitverarbeitenden Einheit gelangt. Wie anhand von Figur 1d dargestellt und oben beschrieben, weist die Zündendstufe 3

5 mindestens einen Komparator 45, 50, 55 und/oder Sensor 60 und ein signalbildendes Element, vorzugsweise ein flankenbildendes Element 65 auf. Mittels des Komparators können Größen der Zündstromkreise, vorzugsweise Primärstrom

10 und Primärspannung, mit Schwellwerten verglichen werden. Ändert sich eine Größe der Zündstromkreise derart, daß ein bestimmter, fest vorgegebener Schwellwert über- bzw. unterschritten wird, so erzeugt das mit dem Komparator verbundene signalbildende Element ein Diagnosesignal,

15 vorzugsweise erzeugt das flankenbildende Element eine erste oder eine zweite Flanke, die dann über die Diagnoseleitung 35 ausgegeben wird. Die Zuordnung, welche der beiden Flanken erzeugt wird und bei welchem Ereignis (Über- oder Unterschreiten des Schwellwertes) geschieht innerhalb des

20 flankenbildenden Elements, kann aber auch appliziert werden. Das flankenbildende Element kann auch eine Verbindung 67 zur Signalleitung 30 besitzen. So können ebenfalls erste oder zweite Flanken gebildet werden, wenn die Ein- oder Ausschaltflanke den steuerbaren Schalter erreicht. Ebenfalls

25 kann mittels eines oder mehrerer Sensoren 60 ein bestimmter, fest vorgegebener Zustand der Zündenstufe detektiert werden. Vorzugsweise kann festgestellt werden, ob Bauteile der Zündendstufe so hohe Temperaturen aufweisen, daß sie abgeschaltet werden müssen, d.h. eine sogenannte

30 Übertemperaturabschaltung vorgenommen werden muß. Wenn ein bestimmter Zustand detektiert wird, kann das flankenbildende Element ebenfalls eine erste oder eine zweite Flanke

erzeugen und an die Diagnoseleitung ausgeben. Eine erste Flanke bedeutet dabei einen Sprung des Pegels von 0 auf 1 (positive Flanke) bzw. 1 auf 0 (negative Flanke) und eine zweite Flanke einen jeweils entgegengesetzten Sprung des Pegels, d.h. von 1 auf 0 (negative Flanke) bzw. von 0 auf 1 (positive Flanke). Die von dem signalbildenden Element 65 gebildeten Diagnosesignale können auch andere digitale Signale als Flanken umfassen, die aber unter Berücksichtigung ihrer Form analog zu Flanken übermittelt und ausgewertet werden können. In den folgenden Ausführungen soll sich deshalb lediglich auf Flanken als spezielle Ausführungsform der Diagnosesignale bezogen werden.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird vom Komparator 45 verglichen, ob der Primärstrom einen bestimmten, fest vorgegebenen ersten Schwellwert I1 überschreitet. Das flankenbildende Element 65 bildet dann eine erste Flanke, die sogenannte Ladeflanke, wenn der Primärstrom den ersten Schwellwert I1 überschreitet, also zu einem dritten Zeitpunkt T3 (siehe Figur 2b). Das Signal, das an der Diagnoseleitung in diesem Fall anliegt, ist in Figur 2e dargestellt. Zum dritten Zeitpunkt T3 wird der Pegel von 1 auf 0 verändert. In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird vom flankenbildenden Element dann eine zweite Flanke, die sogenannte zweite Ladeflanke, erzeugt, wenn nach Beginn des Ladevorgangs die Ausschaltflanke in der Signalleitung 30 anliegt. Diese Flanke liegt zu dem zweiten Zeitpunkt T2 an und bewirkt das Sperren des steuerbaren Schalters 5. Die zweite Ladeflanke zum zweiten Zeitpunkt T2, die in diesem bevorzugten Ausführungsbeispiel eine Pegeländerung von 0 auf 1 bedeutet, ist wiederum in Figur 2e dargestellt.



In einem weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel wird vom Komparator 50 verglichen, ob die Primärspannung einen zweiten Schwellwert U1 überschreitet. Wird der zweite Schwellwert zu einem vierten Zeitpunkt T4 überschritten, erzeugt das flankenbildende Element 65 eine erste Flanke, die sogenannte erste Spannungsflanke, und gibt sie an die Diagnoseleitung 35 weiter. Die erste Spannungsflanke ist den Figuren 2f und 2g zu entnehmen. Sie stellt in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel eine negative Flanke dar. Eine zweite Flanke, die sogenannte zweite Spannungsflanke, wird in dem bevorzugten Ausführungsbeispiel als positive Flanke erzeugt, wenn vom Komparator 55 festgestellt wird, daß die Primärspannung einen dritten Schwellwert unterschreitet. Ein derartiger Schwellwert könnte ein zweiter Spannungswert U2 oder ein dritter Spannungswert U3 sein. In Figur 2f ist der Fall dargestellt, bei dem die zweite Spannungsflanke bei Unterschreiten eines zweiten Spannungswerts U2 erzeugt wird (bei einem fünften Zeitpunkt T5) und in Figur 2g ist der Fall dargestellt, bei dem die zweite Spannungsflanke bei Unterschreiten eines dritten Spannungswerts U3 gebildet wird. Durch die Wahl der Schwellwerte wird, wie der Vergleich von Figur 2f mit Figur 2e zeigt, eine unterschiedlich lange zeitliche Ausdehnung des Pegels 0 erreicht. Die Spannungswerte U1, U2 und U3 können in einem Ausführungsbeispiel applizierbar gestaltet werden.

Figur 3 zeigt ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel für die Erzeugung der Flanken, bei dem Lade- und Spannungsflanken nacheinander erzeugt werden und an die gleiche Diagnoseleitung 35 ausgegeben werden. Die Figuren 3a bis 3c entsprechen den Figuren 2a bis 2c und werden deshalb

nicht noch einmal erläutert. In Figur 3e ist das Signal der Diagnoseleitung 35 über der Zeit aufgetragen. Analog zu Figur 2e wird bei einem dritten Zeitpunkt T3 eine erste Ladeflanke und bei einem zweiten Zeitpunkt T2 eine zweite Ladeflanke erzeugt. Danach wird analog zu Figur 2f eine erste Spannungsflanke zu einem vierten Zeitpunkt und eine zweite Spannungsflanke zu einem fünften Zeitpunkt gebildet. Eine Aneinanderreihung der Signale ist dann möglich, wenn die Flankenpaare zu unterschiedlichen Ereignissen, wobei als Flankenpaar die jeweils zusammengehörenden erste und zweite Flanke bezeichnet wird, nacheinander in der zeitlichen Reihenfolge auftreten. In Figur 3f ist ein zu Figur 3e analoges Signal der Diagnoseleitung dargestellt, daß sich von dem Signal in Figur 3e lediglich darin unterscheidet, daß der dritte Schwellwert bei einem anderen Spannungswert liegt.

In Figur 4 sind die zeitlichen Abläufe der Signale für ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel dargestellt. Figur 4a ist analog zu Figur 2a und wird deshalb nicht noch einmal erläutert. In Figur 4b ist der Primärstrom als Funktion der Zeit aufgetragen. Analog zu Figur 2b steigt ab einem ersten Zeitpunkt T1 der Primärstrom kontinuierlich an und überschreitet zu einem dritten Zeitpunkt einen ersten Schwellwert I1. Bei einem siebten Zeitpunkt T7 wird eine Übertemperaturabschaltung von Bausteinen der Zündendstufe durchgeführt, da bestimmte Bausteine eine zu hohe Temperatur aufweisen. Der Primärstrom sinkt ab dem siebten Zeitpunkt T7 langsam ab und sinkt weiter nach Erreichen des zweiten Zeitpunkts T2 bis ein Primärstrom von Null erreicht ist. In Figur 4c ist der zugehörige zeitliche Verlauf der Primärspannung dargestellt. Der Verlauf gestaltet sich

analog zu dem in Figur 2c dargestellten Verlauf bis zu dem  
siebten Zeitpunkt T7. Aufgrund der Übertemperaturabschaltung  
steigt dann die Primärspannung an und ein weiteres Mal nach  
dem zweiten Zeitpunkt T2. Der folgende Verlauf ist analog zu  
5 dem in Figur 2c dargestellten und wird deshalb nicht noch  
einmal erläutert. In Figur 4e ist gezeigt, wie sich der  
Signalverlauf der Diagnoseleitung gestaltet, wenn eine  
Flanke aufgrund der Übertemperaturabschaltung erzeugt wird.  
Analog zu Figur 2e wird zunächst eine erste Ladeflanke zu  
10 einem dritten Zeitpunkt T3 erzeugt. Zu dem siebten Zeitpunkt  
T7 findet dann die Übertemperaturabschaltung statt und wird  
vom Sensor 60 detektiert. Das flankenbildende Element 65  
erzeugt daraufhin eine zweite Flanke, die sogenannte ÜTA-  
Flanke, wie der Figur 4e zu entnehmen ist. Da nun der Pegel  
15 der Diagnoseleitung schon bei 1 liegt, hat eine weitere  
zweite Flanke, speziell eine zweite Ladeflanke, die ohne  
Übertemperaturabschaltung zu dem zweiten Zeitpunkt T2  
erzeugt wird, keine Wirkung auf den Pegel der  
Diagnoseleitung 35. Die in Figur 4f und 4g erzeugten  
20 Diagnosesignale entsprechen den Diagnosesignalen aus dem  
Primärspannungsverlauf, der bereits anhand der Figuren 2f  
und 2g erläutert wurde.

Der Verlauf der Signale eines weiteren Ausführungsbeispiels  
25 sind in Figur 5 aufgetragen. Der Verlauf des Ansteuersignals  
in Figur 5a, des Primärstroms in Figur 5b und der  
Primärspannung in Figur 5c entsprechen den in Figur 4a bis  
4c aufgetragenen Verläufen und werden deshalb nicht noch  
einmal erläutert. In Figur 5e ist das Diagnosesignal als  
30 Funktion der Zeit aufgetragen. Zunächst wird bei dem dritten  
Zeitpunkt T3 eine erste Ladeflanke erzeugt und aufgrund der  
auftretenden Übertemperaturabschaltung wird zum siebten

Zeitpunkt eine zweite ÜTA-Flanke erzeugt. Anschließend erfolgt analog zu Figur 3e die Bildung einer ersten und einer zweiten Spannungsflanke. Der Verlauf des Diagnosesignals in Figur 5f unterscheidet sich vom Verlauf des Diagnosesignals in Figur 5e nur dadurch, daß der dritte Schwellwert für die zweite Spannungsflanke bei einem anderen Spannungswert liegt.

Jedes der oben beschriebenen Diagnosesignale kann für die Peripherieeinheit jedes Zylinders erzeugt werden.

Die digitalen Diagnosesignale gelangen über die Diagnoseleitung 35 zum Mikrocomputer 25 oder der zeitverarbeitenden Einheit. Dabei geht, wie in Figur 1b dargestellt, von der Peripherieeinheit 2 jedes Zylinders eine Diagnoseleitung 35 aus. Bei mehreren Zylindern können mehrere Diagnoseleitungen 35 mit dem Verknüpfungs-Baustein 40 verknüpft werden, deren Zündungsvorgang zeitlich weit genug voneinander entfernt liegt, so daß die Diagnosesignale der Zylinder getrennt werden können. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel können bis zu vier Diagnoseleitungen 35 von vier Zylindern mittels eines Verknüpfungs-Bausteins 40 zusammengefaßt werden. Wie bereits beschrieben, bildet der Ausgang des Verknüpfungs-Bausteins 40 eine Sammel-Diagnoseleitung 37, die das verknüpfte Diagnosesignal an den Mikrocomputer oder die zeitverarbeitende Einheit weitergibt. Der Verknüpfungs-Baustein 40 nimmt eine Verknüpfung der eingehenden Diagnosesignale in zeitlich richtiger Reihenfolge vor. Das bedeutet, daß dann ein Pegel 0 am Ausgang erzeugt wird, wenn mindestens einer der eingehenden Diagnosesignale einen Pegel 0 aufweist. Nur dann, wenn die Pegel aller eingehenden Diagnoseleitungen eine 1 aufweisen,

wird der Pegel am Ausgang des Verknüpfungs-Bausteins 40 auf 1 gesetzt. Die in dem Verknüpfungs-Baustein 40 enthaltene Logik ist davon abhängig, ob eine erste Flanke eine Pegeländerung von 0 auf 1 oder von 1 auf 0 bedeutet. Die hier dargestellte Variante umfaßt die Pegeländerung der ersten Flanke von 1 auf 0 (negative Flanke). In dem anderen Fall, wenn die erste Flanke eine positive Flanke bedeutet, erfolgt die Verknüpfung mittels des Verknüpfungs-Bausteins 40 so, daß am Ausgang dann eine 1 erzeugt wird, wenn mindestens einer der Pegel der eingehenden Diagnosesignale eine 1 aufweist und wenn die Pegel aller eingehenden Diagnosesignale eine 0 aufweisen, eine 0 am Ausgang erzeugt wird.

Eine ähnliche Verknüpfung der Signale der Diagnoseleitungen einzelner Zylinder erfolgt auch über die Open-Kollektor-Verknüpfung, die in dem Ausführungsbeispiel Figur 1c dargestellt ist. Hier wird genau dann in der Sammel-Diagnoseleitung 37 ein Pegel 0 erzeugt, wenn an mindestens einer Diagnoseleitung 35 ein Pegel 1 anliegt. Dann schaltet das steuerbare Schaltelement durch und es fließt ein Strom von  $U_{bat}$  zur Motormasse. Damit wird die Spannung am Kollektor Null. Liegen alle Pegel der Diagnoseleitungen 37 auf 0, dann befinden sich alle steuerbaren Schaltelemente 38 im sperrenden Zustand und der Pegel der Sammeldiagnose-Leitung liegt auf 1. Mit diesem Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Zündung werden demnach die Flanken der Sammel-Diagnoseleitung entgegengesetzt zu den Flanken der Diagnoseleitungen sein, jedoch zeitlich die richtige Reihenfolge besitzen. D.h. aus einer positiven Flanke wird eine negative Flanke und aus einer negativen Flanke wird eine positive. Bei Berücksichtigung dieser

Eigenschaft können weiterhin erste und zweite Flanken unterschieden werden.

Die Signale der Diagnoseleitung(en) 35 oder der Sammel-  
5 Diagnoseleitung(en) 37 gelangen anschließend entweder zum Mikrocomputer oder zur zeitverarbeitenden Einheit (TPU), wenn eine solche vorhanden ist. Wie bereits erläutert, enthalten beide Einheiten eine Zeitzähleinheit. Durch Vergleich der Signale aus den Diagnoseleitungen 35 oder den  
10 Sammel-Diagnoseleitungen 37 und den Signalleitungen 30 mit der in der Zeitzähleinheit kontinuierlich weiterlaufenden Zeit können Zeiträume zwischen einzelnen Ereignissen, die mit Signalen auf den Leitungen verbunden sind, ermittelt werden. Dabei können beliebige Zeiträume zwischen Flanken  
15 auf Signal- und Diagnoseleitung, auch in Kombination der Flanken unterschiedlicher Leitungen, herangezogen werden.

In einem Ausführungsbeispiel wird die Zeitdifferenz zwischen der Einschaltflanke und der ersten Ladeflanke, also zwischen  
20 dem ersten Zeitpunkt T1 und dem dritten Zeitpunkt T3, ermittelt, wobei diese Zeitdifferenz als Einschaltzeit bezeichnet wird. In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird die Zeitdifferenz zwischen erster und zweiter Ladeflanke (also zwischen T3 und T2) ermittelt. Diese Zeitdifferenz  
25 wird Ladezeit genannt. Bei Auftreten einer Übertemperaturabschaltung kann die zweite Flanke, die das Ende der Ladezeit bestimmt, auch die ÜTA-Flanke darstellen. In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird die Zeitdifferenz zwischen Ausschaltflanke und erster Spannungsflanke (also  
30 zwischen T2 und T4), die sogenannte Anstiegszeit und/oder die Zeitdifferenz zwischen erster und zweiter Spannungsflanke (also zwischen T4 und T5 oder T6), die

sogenannte Zündzeit, ermittelt. Diese Zeiträume können anhand des zugehörigen Ansteuersignals dem jeweiligen Zylinder zugeordnet werden und es kann auch unterschieden werden, ob die Zeitdifferenz zwischen zwei Flanken eines Flankenpaars zu der Ladezeit oder zu der Zündzeit gehört. Bei einer der Ladezeit entsprechenden Zeitdifferenz ist zum Zeitpunkt des Auftretens der ersten Flanke der Ladevorgang noch nicht beendet, d.h. der zweite Zeitpunkt T2, an dem mittels der Ausschaltflanke der steuerbare Schalter 5 gesperrt wird, ist noch nicht überschritten, während zu Beginn der Zündzeit der zweite Zeitpunkt T2 des jeweiligen Zündvorgangs des jeweiligen Zylinders schon überschritten wurde. Die ermittelten Zeiträume werden anschließend zur Rechen- und Speichereinheit des Mikrocomputers 25 weitergeleitet.

Die ermittelten Zeiträume werden danach daraufhin bewertet, ob der Zündungsvorgang ordnungsgemäß abläuft. Durch eine geeignete Wahl der Schwellwerte, beispielsweise des ersten, zweiten und dritten Schwellwerts, können aus der ermittelten Länge der Zeiträume, beispielsweise aus der Länge der Einschaltzeit, Schlußfolgerungen über die Art des im Zündkreis aufgetretenen Fehlers gezogen werden. Die Fehlerarten können dann zylinderspezifisch in einen Speicher abgelegt und/oder auf den Instrumenten der Brennkraftmaschine angezeigt werden oder es können Notprogramme eingeleitet werden. Ein derartiges erfindungsgemäßes Verfahren ist in Figur 6 schematisch dargestellt. In Schritt 70 wird eine ermittelte Zeitdifferenz einem bestimmten Ereignis eines bestimmten Zylinders der Brennkraftmaschine zugeordnet. In dem darauffolgenden Schritt 75 wird geprüft, ob die jeweilige

Zeitdifferenz in einem bestimmten Sollwertintervall liegt, oder ob er größer bzw. kleiner als das Maximum bzw. Minimum des Sollwertintervalls ist oder ob die jeweilige Zeitdifferenz überhaupt ermittelt werden konnte. Danach wird

5 im Schritt 80 eine Bewertung sowie evtl. Reaktionen auf die Bewertung durchgeführt. Liegt die jeweilige Zeitdifferenz in dem bestimmten Sollwertintervall, dann wird der Zündungsvorgang als in Ordnung bewertet. Liegt die jeweilige Zeitdifferenz nicht in dem bestimmten Sollwertintervall,

10 dann wird, je nachdem ob die Zeitdifferenz oberhalb oder unterhalb des Sollwertintervalls liegt oder ob die Zeitdifferenz gar nicht ermittelt werden kann, auf bestimmte auftretende Fehler geschlossen. Diese Fehler können dabei im Speicher des Mikrocomputers abgespeichert werden oder als

15 Warnung auf den Anzeigeelementen ausgegeben werden. Es können auch fehlerspezifische Notmaßnahmen eingeleitet werden. Diese Maßnahmen können in Zusammenarbeit mit anderen Funktionen der Brennkraftmaschine ergriffen werden. Weiterhin ist es möglich, zur Fehlerauswertung weitere

20 Kenngrößen der Brennkraftmaschine heranzuziehen, um genauere und sichere Aussagen über die vorliegenden Fehler im Zündkreis zu erreichen. Danach wird das Verfahren mit einer weiteren, darauffolgenden Zeitdifferenz fortgeführt. Die Sollwertintervalle können sowohl anhand von Modellrechnungen

25 als Funktion von Brennkraftmaschinenparametern, vorzugsweise bezogen auf die Batteriespannung, ermittelt werden und in der Speichereinheit des Mikrocomputers abgelegt sein, wo sie in Abhängigkeit der Brennkraftmaschinenparameter für die jeweilige vorzunehmende Bewertung ausgewählt werden. Das

30 Ablegen der Sollwertintervalle in die Speichereinheit kann dabei auch in der Applikation erfolgen. In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist es möglich, Sollwertintervalle



während der Laufzeit der Brennkraftmaschine aus den  
aktuellen Meßwerten zu ermitteln und mittels einer Statistik  
festzustellen, welche Meßwerte zu dem jeweiligen  
Sollwertintervall gehören. Es ist ebenfalls möglich, die  
5 gemessenen Zeitdifferenz mit einem Sollwert zu vergleichen  
und festzustellen, ob der gemessene Wert oberhalb oder  
unterhalb des Sollwerts liegt. In einer besonderen  
Ausführungsform kann das Verhältnis aus der gemessenen  
Zeitdifferenz mit der gemessenen Zeitdifferenz des  
10 vorangegangenen Verbrennungsvorgangs des gleichen Zylinders  
gebildet werden. Dieses Verhältnis muß in einem bestimmten,  
fest vorgegebenen Bereich um 1 liegen. Vorteilhaft ist hier,  
daß Änderungen, die auf eine Änderung der Batteriespannung  
oder der Temperatur zurückzuführen sind, in den kurzen  
15 Zeiträumen zwischen zwei Zündvorgängen des gleichen  
Zylinders vernachlässigbar sind.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel, das in Figur 7  
dargestellt wird, zeigt die Auswertung der Einschaltzeit. In  
20 Schritt 85 wird verglichen, ob die Einschaltzeit innerhalb  
eines bestimmten ersten Schwellwertintervalls liegt. Wenn  
ja, dann wird das Verfahren auf dem Pfad 90 ohne Eingriff in  
die Peripherieeinheit mit der darauffolgend bestimmten  
Zeitdifferenz fortgeführt. Wenn die Einschaltzeit oberhalb  
25 des Maximums des ersten Sollwertintervalls liegt, dann  
gelangt das Verfahren zu Schritt 91. In Schritt 91 wird  
erkannt, daß ein hochohmiger Zündkreis vorliegt. In dem  
folgenden Schritt 93 werden sich daraus ergebende  
Notmaßnahmen eingeleitet, der Fehler für den entsprechenden  
30 Zylinder im Speicher des Mikrocomputers 25 gespeichert  
und/oder Warnungen auf den Anzeigeelementen der  
Brennkraftmaschine ausgegeben. Liegt die Einschaltzeit

unterhalb des Minimums des ersten Sollwertintervalls, dann wird in Schritt 87 erkannt, daß ein Kurzschluß zur Batteriespannung oder ein Windungsschluß im Zündkreis vorliegt. In Schritt 89 wird, analog zu Schritt 93  
5 Reaktionen auf den vorliegenden Fehler fehlerspezifisch eingeleitet.

Notmaßnahmen, die bei einem derartigen Fehler ergriffen werden können und verhindern, daß eine zu hohe in der  
10 Vorrichtung zur Zündung erzeugten Verlustleistung die Komponenten zerstört, umfassen vorzugsweise eine Verkürzung des Ladevorgangs durch den Mikrocomputer 25 oder eine sofortige Abschaltung der Zündspule 8 oder eine Verringerung der Drehzahl der Brennkraftmaschine oder eine Beschränkung  
15 der Füllung des zugehörigen Brennraums der Brennkraftmaschine oder eine Zündung bei einem Zündwinkel, der bei frühest möglichen Winkeln gegenüber dem oberen Totpunkt liegt. Ebenso können bei speziellen Ausführungen der Brennkraftmaschinen vorzugsweise folgende Notmaßnahmen  
20 ergriffen werden. Vorzugsweise kann bei einer Benzindirekteinspritzungs-Brennkraftmaschine von Schichtbetrieb auf Homogenbetrieb umgeschaltet werden oder bei einer Brennkraftmaschine mit Turbolader der Ladedruck abgesenkt werden.

25 Wenn gar keine Einschaltzeit gemessen wurde, dann gelangt das Verfahren zu Schritt 97, in dem festgestellt wird, daß ein Leitungsabfall oder ein Kurzschluß zur Masse vorliegt. In Schritt 99 werden zu Schritt 93 analoge Reaktionen auf  
30 die entsprechenden Fehler ergriffen.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zur Auswertung der Ladezeit ist in Figur 8 dargestellt. In Schritt 101 wird überprüft, ob die Ladezeit innerhalb eines zweiten Sollwertintervalls liegt. Analog zu Figur 7, Pfad 90, wird dann das Verfahren mit der nächsten Zeitdifferenz fortgesetzt. Ist dies der Fall, dann gelangt das Verfahren zu Pfad 103 und die Zündung wird als ordnungsgemäß bewertet. Bei einer Ladezeit, die kleiner als ein Minimum des zweiten Sollwertintervalls ist, gelangt das Verfahren zu Schritt 105, in dem festgestellt wird, daß ein Wackelkontakt oder eine Übertemperaturabschaltung vorliegt. Eine Übertemperaturabschaltung ist wahrscheinlicher, wenn innerhalb der Zeitdifferenz des jeweiligen Ladevorgangs des aktuellen Zylinders keine zweite Ladezeit mehr gemessen wird. In darauffolgenden Schritt 107 werden Reaktionen auf den jeweiligen Fehler analog zu Schritt 93 durchgeführt. Ist die gemessene Ladezeit größer als das Maximum des zweiten Sollwertintervalls, dann gelangt das Verfahren zu Schritt 109, in dem festgestellt wird, daß ein Fehler in der zeitverarbeitenden Einheit vorliegt. Im anschließend durchgeführten Schritt 111 werden Reaktionen analog zu Verfahrensschritt 93 ergriffen. Zusätzlich zu den in Schritt 93 ergriffenen Notmaßnahmen kann bei überschrittener Ladezeit auch eine Zündung, d.h. ein Anliegen einer Hochspannung und ein Überspringen eines Funkens zwischen den beiden Elektroden der Zündkerze, durch den Mikrocomputer ausgelöst werden, indem der steuerbare Schalter 5 durchgeschaltet wird.

In Figur 9 ist ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Auswertung der Zündzeit beschrieben. In Schritt 112 wird überprüft, ob die Anstiegszeit unterhalb

eines dritten Sollwerts liegt. Ist dies der Fall, gelangt das Verfahren zu Schritt

113, in dem untersucht wird, ob die Zündzeit kleiner als ein vierter Sollwert ist. Wenn dies der Fall ist, gelangt das

Verfahren zu Pfad 115, bei dem analog zu Pfad 90, das Verfahren mit der nächsten Zeitdifferenz fortgesetzt wird.

Die Zündung wird dann als ordnungsgemäß bewertet. Wenn keine Anstiegszeit und keine Zündzeit detektiert wird, dann

gelangt das Verfahren zu Schritt 117, in dem festgestellt

wird, daß dann die Hochspannung den zweiten Schwellwert nicht erreicht hat und somit eine bestimmte Energie für den

Zündfunken nicht bereitgestellt werden konnte. Im

darauffolgenden Schritt 121 werden Reaktionen auf den Fehler analog zu Schritt 93 durchgeführt. Ist die gemessene

Zündzeit größer als der vierte Sollwert, dann gelangt das Verfahren zu Schritt 123, in dem festgestellt wird, daß ein

Ausschlagen der Spannung erfolgt und somit keine Zündung stattgefunden hat. Im anschließend durchgeführten Schritt

125 werden Reaktionen auf den Fehler analog zu

Verfahrensschritt 93 eingeleitet. Wenn die Anstiegszeit größer als ein dritter Sollwert ist, wird die anschließend

ermittelte Ladezeit nicht zur Diagnose des Zündvorgangs

herangezogen und das Verfahren wird auf Pfad 126 mit der

Analyse der nächsten ermittelten Zeitdifferenz fortgesetzt.

Die bisher dargestellten Ausführungsbeispiele beziehen sich auf ein induktives Zündsystem, eine analoge Vorrichtung und ein analoges Verfahren kann auch bei kapazitiven Zündsystem angewendet werden.

Ebenfalls sind die dargestellten Ausführungsbeispiele auf Meßgrößen des Primärkreises wie Primärstrom und

Primärspannung bezogen, eine analoge Vorrichtung und ein analoges Verfahren zur Zündung einer Brennkraftmaschine kann auch anhand von Meßgrößen des Sekundärkreises beschrieben werden.

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Zündung einer Brennkraftmaschine, wobei der Zündungsvorgangs mit geringem schaltungstechnischen Aufwand diagnostiziert werden kann und die Diagnose detaillierte Aussagen über mögliche Fehlerquellen zuläßt.

10

5

## Ansprüche

- 10        1.        Vorrichtung zur Zündung einer Brennkraftmaschine mit  
einer Zentralsteuereinheit und Peripherieeinheiten, die  
jeweils einem Zylinder zugeordnet sind, wobei von der  
Zentralsteuereinheit digitale Ansteuersignale an die  
Peripherieeinheiten aussendbar sind, durch die die  
15        Peripherieeinheiten zur Zündung des jeweiligen Zylinders  
veranlaßt werden, wobei von den Peripherieeinheiten Meßwerte  
über Zustände in den Peripherieeinheiten ermittelbar und in  
Abhängigkeit von den Meßwerten digitale Diagnosesignale an  
die Zentralsteuereinheit sendbar sind, wobei von der  
20        Zentralsteuereinheit zur Auswertung der Diagnosesignale  
mindestens eine Zeitdifferenz zwischen den Ansteuersignalen  
und den Diagnosesignalen ermittelbar ist.
- 25        2.        Vorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet,  
daß von der Zentralsteuereinheit zur Auswertung der  
Diagnosesignale zusätzlich mindestens eine Zeitdifferenz  
zwischen den Diagnosesignalen ermittelbar ist.
- 30        3.        Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2 dadurch  
gekennzeichnet, daß von der Zentralsteuereinheit ein  
Vergleich zwischen der Zeitdifferenz oder den  
Zeitdifferenzen mit Sollwerten oder Sollwertintervallen  
durchführbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, daß von der Zentralsteuereinheit aus dem Vergleich Fehler in der Zündvorrichtung feststellbar sind.

5

5. Vorrichtung nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, daß die Fehler in einer Speichereinheit der Zentralsteuereinheit speicherbar und/oder auf einer Anzeigeeinheit ausgebar und/oder fehlerspezifische Notmaßnahmen ergreifbar sind.

10

6. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die Peripherieeinheiten jeweils mindestens einen Komparator und/oder Sensor zur Ermittlung der Zustände der Peripherieeinheiten aufweisen, wobei mittels des Komparators die Unter- oder Überschreitung eines vorgebbaren Schwellwerts durch eine elektrische Größe der Peripherieeinheit feststellbar ist.

15

20

7. Vorrichtung nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, daß die Peripherieeinheit einen ersten Komparator und/oder einen zweiten Komparator und/oder einen dritten Komparator und/oder einen Sensor aufweist, wobei mittels des ersten Komparators die Überschreitung eines vorgebbaren ersten Schwellwertes durch den Primärstrom feststellbar ist, wobei mittels des zweiten Komparators die Überschreitung eines vorgebbaren zweiten Schwellwerts durch die Primärspannung feststellbar ist, wobei mittels des dritten Komparators die Unterschreitung eines vorgebbaren dritten Schwellwerts durch die Primärspannung feststellbar ist, wobei mittels des Sensors die Überschreitung einer vorgebbaren Temperatur eines Elements der Peripherieeinheit ermittelbar ist.

25

30

8. Vorrichtung nach Anspruch 7 dadurch gekennzeichnet, daß der zweite und/oder der dritte Schwellwert applizierbar ist.

5

9. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Peripherieeinheit ein flankenbildendes Element aufweist, wobei mittels des flankenbildenden Elements die digitalen Diagnosesignale als positive oder negative Flanken darstellbar sind.

10

10. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Verknüpfungs-Baustein oder mindestens eine Open-Kollektor-Schaltung so angeordnet ist, daß die Diagnosesignale von einer Gruppe einer vorgebbaren Anzahl von Peripherieeinheiten zunächst einem Verknüpfungs-Baustein oder einer Open-Kollektor-Schaltung zuführbar und dort in zeitlich richtiger Reihenfolge miteinander zu einem Sammel-Diagnosesignalen verknüpfbar sind, wobei das Sammel-Diagnosesignal anschließend der Zentralsteuereinheit zuführbar ist.

15

20

11. Vorrichtung nach einem vorherigen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die Zentralsteuereinheit eine separate zeitverarbeitende Einheit aufweist, mittels der zur Auswertung der Diagnosesignale mindestens eine Zeitdifferenz zwischen den Ansteuersignalen und den Diagnosesignalen und zwischen den Diagnosesignalen ermittelbar ist.

25

30

12. Verfahren zur Zündung einer Brennkraftmaschine mit mindestens einem Zylinder, wobei von der Zentralsteuereinheit digitale Steuersignale an die



Peripherieeinheiten ausgesendet werden, durch die die Peripherieeinheiten zur Zündung des jeweiligen Zylinders veranlaßt werden, wobei von den Peripherieeinheiten Meßwerte über Zustände in den Peripherieeinheiten ermittelt und in Abhängigkeit von den Meßwerten digitale Diagnosesignale an die Zentraleinheit gesendet werden, wobei von der Zentralsteuereinheit zur Auswertung der Diagnosesignale mindestens eine Zeitdifferenz zwischen den Steuersignalen und den Diagnosesignalen ermittelt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12 dadurch gekennzeichnet, daß von der Zentralsteuereinheit zur Auswertung der Diagnosesignale zusätzlich mindestens eine Zeitdifferenz zwischen den Diagnosesignalen ermittelt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13 dadurch gekennzeichnet, daß von der Zentralsteuereinheit ein Vergleich zwischen der Zeitdifferenz oder den Zeitdifferenzen mit Sollwerten oder Sollwertintervallen durchgeführt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14 dadurch gekennzeichnet, daß von der Zentralsteuereinheit aus dem Vergleich Fehler in der Zündvorrichtung festgestellt werden.

16. Verfahren nach Anspruch 15 dadurch gekennzeichnet, daß die Fehler in einer Speichereinheit der Zentralsteuereinheit gespeichert und/oder auf einer Anzeigeeinheit ausgegeben und/oder fehlerspezifische Notmaßnahmen ergriffen werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16 dadurch gekennzeichnet, daß durch jeweils mindestens einen in den Peripherieeinheiten vorhandenen Komparator und/oder einen Sensor Zustände der Peripherieeinheiten ermittelt werden, wobei mittels des Komparators die Unter- oder Überschreitung eines vorgebbaren Schwellwerts durch eine elektrische Größe der Peripherieeinheit festgestellt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 17 dadurch gekennzeichnet, daß mittels des ersten Komparators die Überschreitung eines vorgebbaren ersten Schwellwertes durch den Primärstrom festgestellt wird, wobei mittels des zweiten Komparators die Überschreitung eines vorgebbaren zweiten Schwellwerts durch die Primärspannung festgestellt wird, wobei mittels des dritten Komparators die Unterschreitung eines vorgebbaren dritten Schwellwerts durch die Primärspannung festgestellt wird, wobei mittels des ersten Sensors die Überschreitung einer vorgebbaren Temperatur eines Elements der Peripherieeinheit festgestellt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18 dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Schwellwert und/oder der dritte Schwellwert appliziert wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Peripherieeinheit ein flankenbildendes Element aufweist, wobei mittels des flankenbildenden Elements die digitalen Diagnosesignale als positive oder negative Flanken erzeugt werden.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Verknüpfungs-Baustein

oder mindestens eine Open-Kollektor-Schaltung so angeordnet ist, daß die Diagnosesignale von einer Gruppe einer vorgebbaren Anzahl von Peripherieeinheiten zunächst einem Verknüpfungs-Baustein oder einer Open-Kollektor-Schaltung  
5 zugeführt und dort in zeitlich richtiger Reihenfolge miteinander zu einem Sammel-Diagnosesignalen verknüpft werden, wobei das Sammel-Diagnosesignal anschließend der Zentralsteuereinheit zugeführt wird.

10 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer separat von der Zentralsteuereinheit arbeitenden zeitverarbeitenden Einheit zur Auswertung der Diagnosesignale mindestens eine  
15 Zeitdifferenz zwischen den Ansteuersignalen und den Diagnosesignalen und/oder zwischen den Diagnosesignalen ermittelt wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn mittels des ersten  
20 Komparators festgestellt wird, daß der Primärstrom einen ersten Schwellwert überschreitet, mittels des flankenbildenden Elements eine erste Flanke, die sogenannte erste Ladeflanke, als Diagnosesignal erzeugt wird und eine zweite Flanke, die sogenannte zweite Ladeflanke, als  
25 Diagnosesignal erzeugt wird, wenn die Peripherieeinheit eine Ausschaltflanke als Ansteuersignal erreicht.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Feststellung der Überschreitung  
30 einer vorgebbaren Temperatur eines Elements der Peripherieeinheit mittels des ersten Sensors eine zweite

Flanke, die sogenannte zweite ÜTA-Flanke als Diagnosesignal mittels des flankenbildenden Elements erzeugt wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn mittels des zweiten Komparators festgestellt wurde, daß die Primärspannung einen zweiten Schwellwert ( $U_1$ ) überschreitet, mittels des flankenbildenden Elements eine erste Flanke, die sogenannte erste Spannungsflanke, als Diagnosesignal erzeugt wird und dann, wenn mittels des dritten Komparators festgestellt wurde, daß die Primärspannung einen dritten Schwellwert ( $U_2, U_3$ ) unterschreitet, mittels des flankenbildenden Elements eine zweite Flanke, die sogenannte zweite Spannungsflanke, als Diagnosesignal erzeugt wird.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitdifferenz oder die Zeitdifferenzen mit der jeweiligen Zeitdifferenz des vorherigen Verbrennungsvorgangs des gleichen Zylinders als Sollwert verglichen wird.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzen der Sollwertintervalle mittels Modellrechnungen in Abhängigkeit von Brennkraftmaschinenparametern ermittelt werden und in der Speichereinheit der Zentralsteuereinheit abgelegt werden.

28. Verfahren nach Anspruch 27 dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Grenzen der Sollwertintervalle in der Applikation erfolgt.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 oder 28 dadurch gekennzeichnet, daß ein Brennkraftmaschinenparameter die Batteriespannung darstellt.

5 30. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 29 dadurch gekennzeichnet, daß die Bestimmung der Grenzen der Sollwertintervalle anhand von aktuellen Zeitdifferenzen während der Laufzeit der Brennkraftmaschine mittels eines statistischen Verfahrens erfolgt.

10

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 30 dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitdifferenz zwischen Einschaltflanke des Ansteuersignals für den jeweiligen Zylinder und der ersten Ladeflanke eines Diagnosesignals  
15 oder eines Sammel-Diagnosesignals als Einschaltzeit identifiziert wird und überprüft wird, ob die Einschaltzeit innerhalb eines bestimmten ersten Sollwertintervalls liegt, wobei dann, wenn die Einschaltzeit Null ist, ein Fehler im Diagnosesystem oder ein Leitungsabfall im Zündungssystem,  
20 bzw. dann, wenn die Einschaltzeit kleiner als ein minimaler Wert des ersten Sollwertintervalls ist, ein Kurzschluß zu der Batteriespannung oder ein Windungskurzschluß in einer zugehörigen Zündspule, bzw. dann, wenn die Einschaltzeit größer als ein maximaler Wert des ersten Sollwertintervalls  
25 ist, ein hochohmiger Zündkreis als Fehler für die Zündvorrichtung ermittelt wird.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 31 dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitdifferenz zwischen der ersten  
30 und der zweiten Ladeflanke eines Diagnosesignals oder eines Sammel-Diagnosesignals für den jeweiligen Zylinder als Ladezeit identifiziert wird und überprüft wird, ob die

Ladezeit innerhalb eines bestimmten zweiten Sollwertintervalls liegt, wobei dann, wenn die Ladezeit kleiner als ein minimaler Wert des zweiten Sollwertintervalls ist, ein Wackelkontakt in der Peripherieeinheit als Fehler, bzw. dann, wenn die Ladezeit größer als ein maximaler Wert des zweiten Sollwertintervalls ist, ein Fehler in der Zentralsteuereinheit ermittelt wird.

33. Verfahren nach Anspruch 32 dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn die Ladezeit größer als ein maximaler Wert des zweiten Sollwertintervalls ist, von der Zentralsteuereinheit eine Zündung ausgelöst wird.

34. Verfahren nach Anspruch 32 dadurch gekennzeichnet, daß auch die Zeitdifferenz zwischen der ersten Ladeflanke eines Diagnosesignals oder eines Sammel-Diagnosesignals für den jeweiligen Zylinder und der zweiten ÜTA-Flanke für den jeweiligen Zylinder als Ladezeit identifiziert wird, wenn die zweite ÜTA-Flanke vor der zweiten Ladeflanke bzw. der Ausschaltflanke auftritt, und wenn die Ladezeit kleiner als ein minimaler Wert des zweiten Sollwertintervalls ist, eine Übertemperaturabschaltung oder ein Wackelkontakt in der Peripherieeinheit als Fehler ermittelt wird, wobei ein Wackelkontakt dann wahrscheinlicher ist, wenn noch innerhalb des zweiten Sollwertintervalls eine weitere Ladezeit ermittelt wird.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 34 dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitdifferenz zwischen der Ansteuerflanke des Ansteuersignals und der ersten Spannungsflanke eines Diagnosesignals oder eines Sammel-Diagnosesignals für den jeweiligen Zylinder als Anstiegszeit

identifiziert wird und überprüft wird, ob die Anstiegszeit unterhalb eines bestimmten dritten Sollwerts liegt.

- 5           36.       Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 35 dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitdifferenz zwischen der ersten und der zweiten Spannungsflanke eines Diagnosesignals oder eines Sammel-Diagnosesignals für den jeweiligen Zylinder als Zündzeit identifiziert wird und überprüft wird, ob die Zündzeit unterhalb eines bestimmten vierten Sollwerts liegt, 10 wobei dann, wenn die Zündzeit unterhalb eines vierten Sollwerts liegt und die Anstiegszeit unterhalb eines dritten Sollwerts liegt, eine Zündung als erfolgt bewertet wird, bzw. dann, wenn die Zündzeit größer als vierter Sollwert ist und die Anstiegszeit kleiner als ein dritter Sollwert ist, 15 eine Zündung als nicht erfolgt bewertet wird.

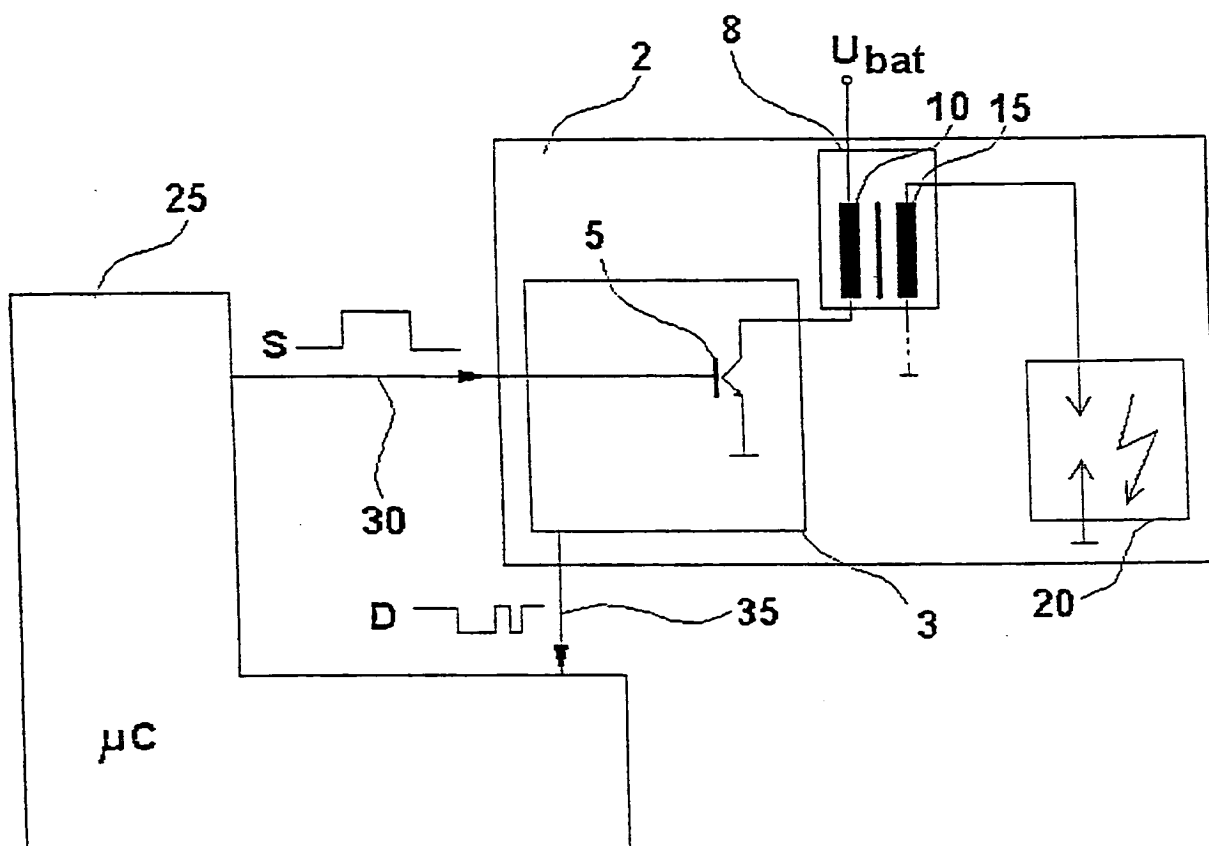
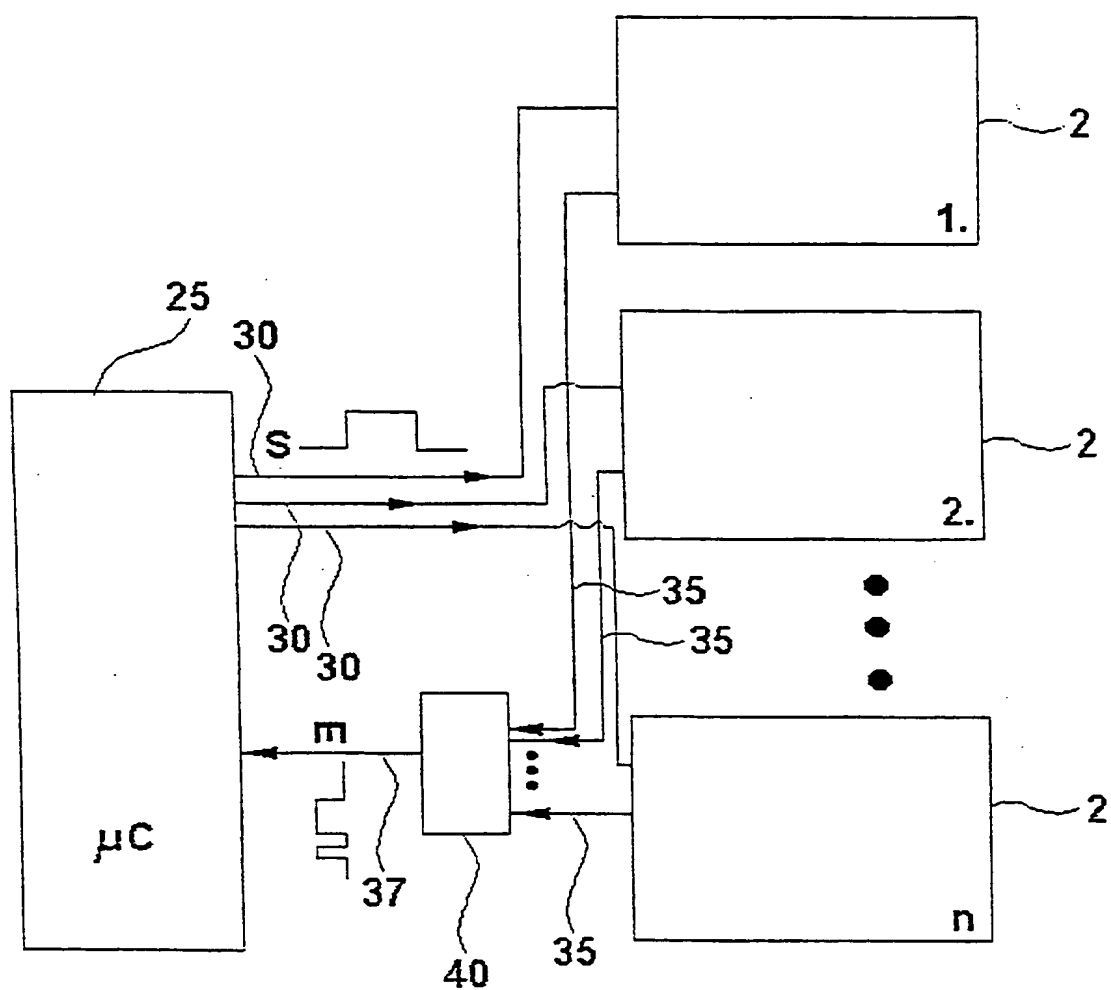


Fig. 1a





**Fig. 1b**

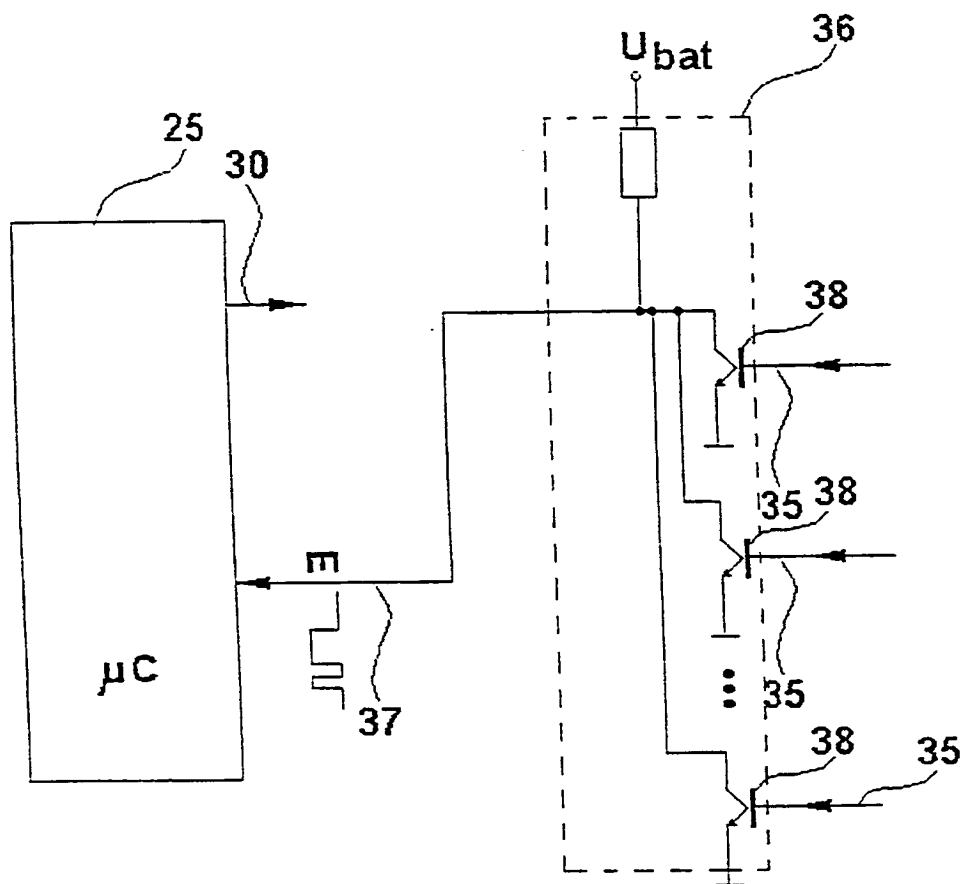


Fig. 1c

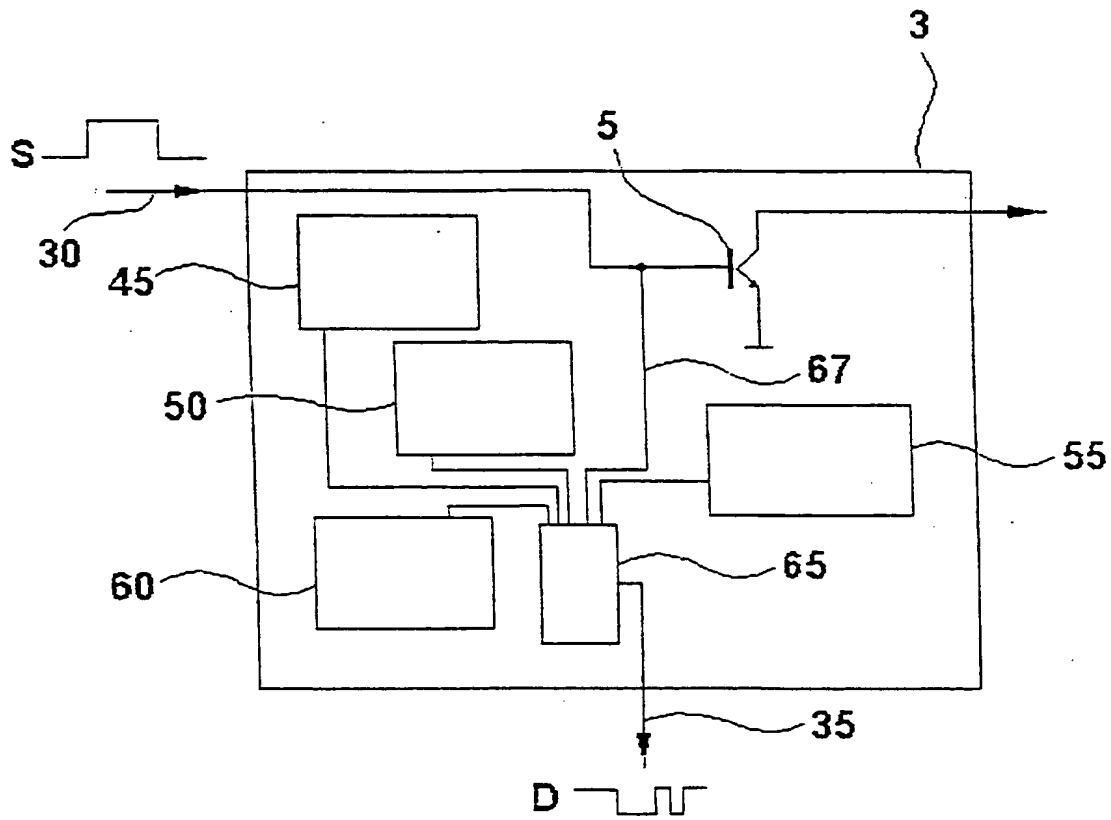


Fig. 1d

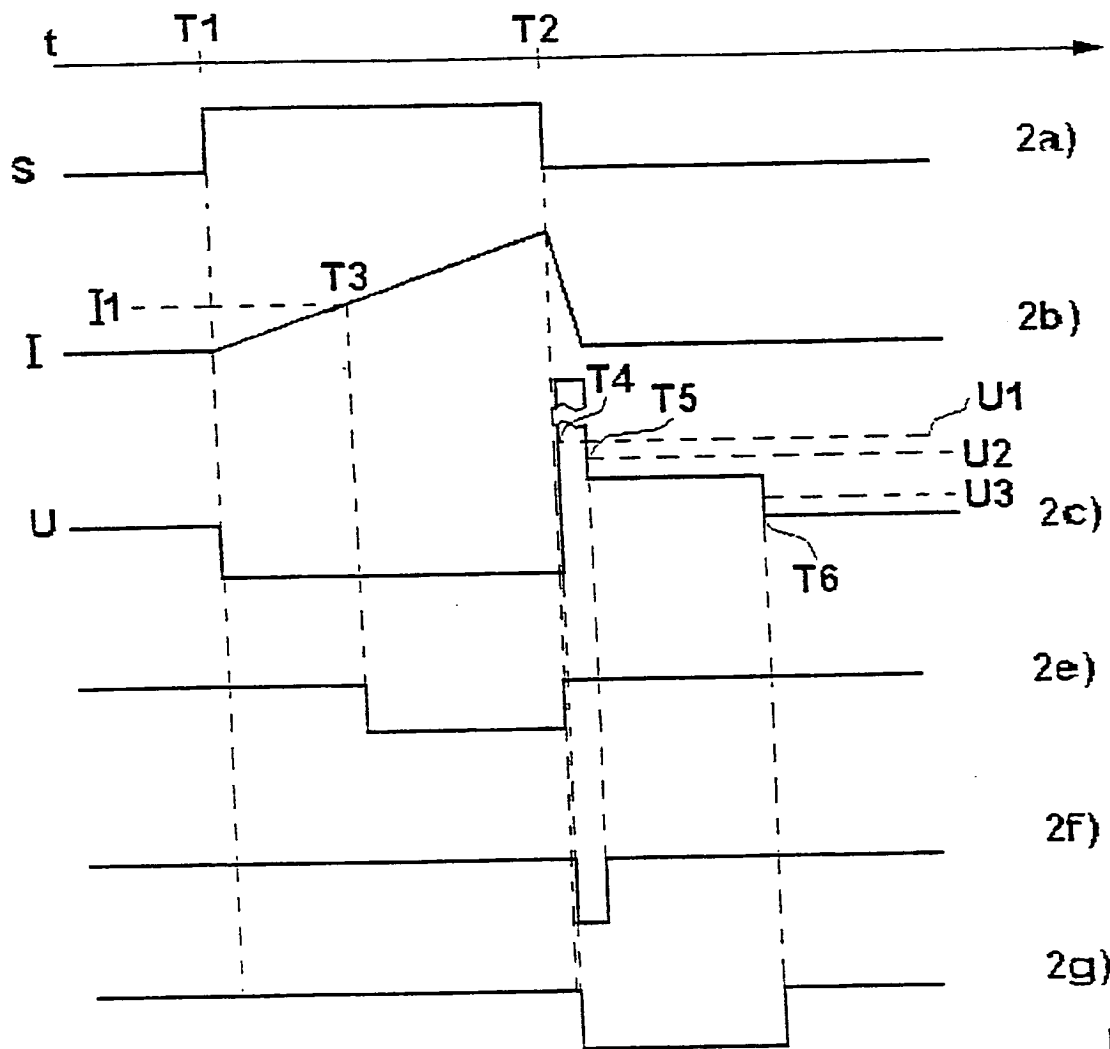


Fig. 2

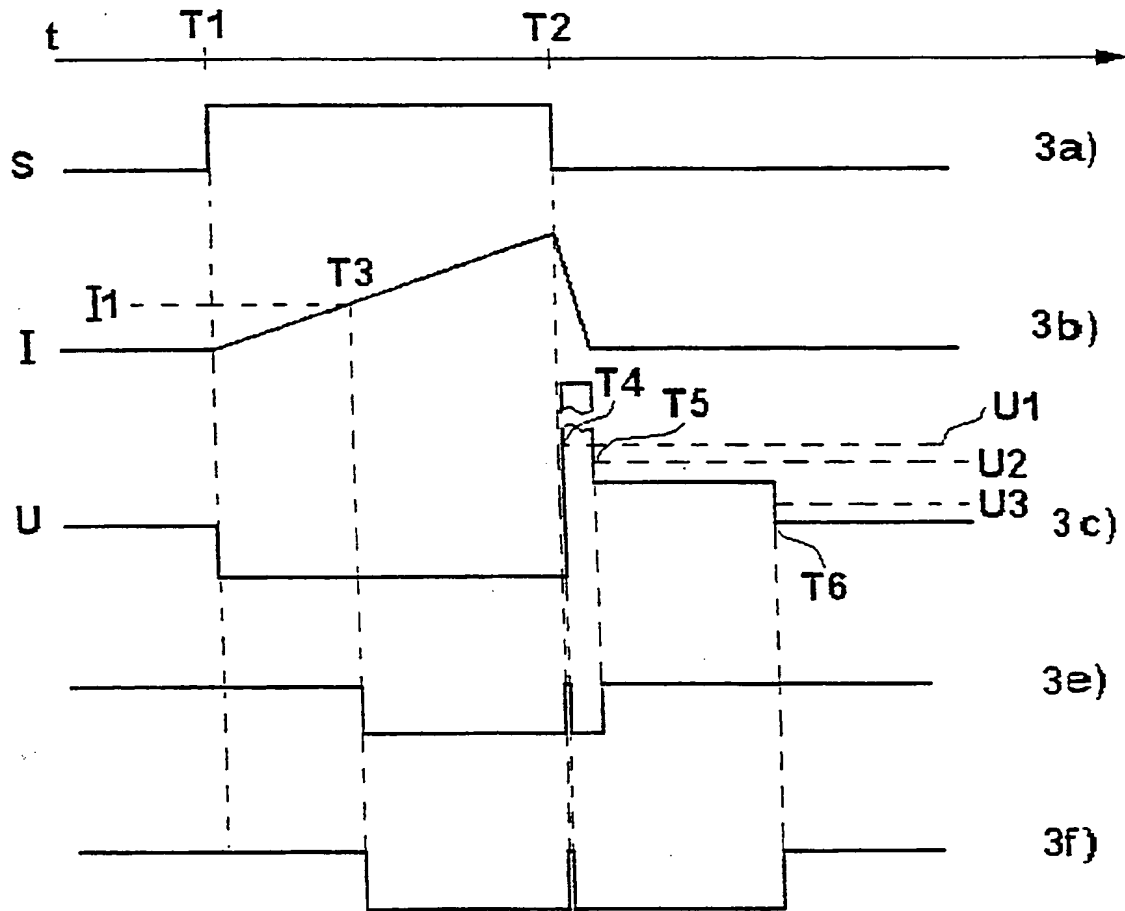


Fig. 3

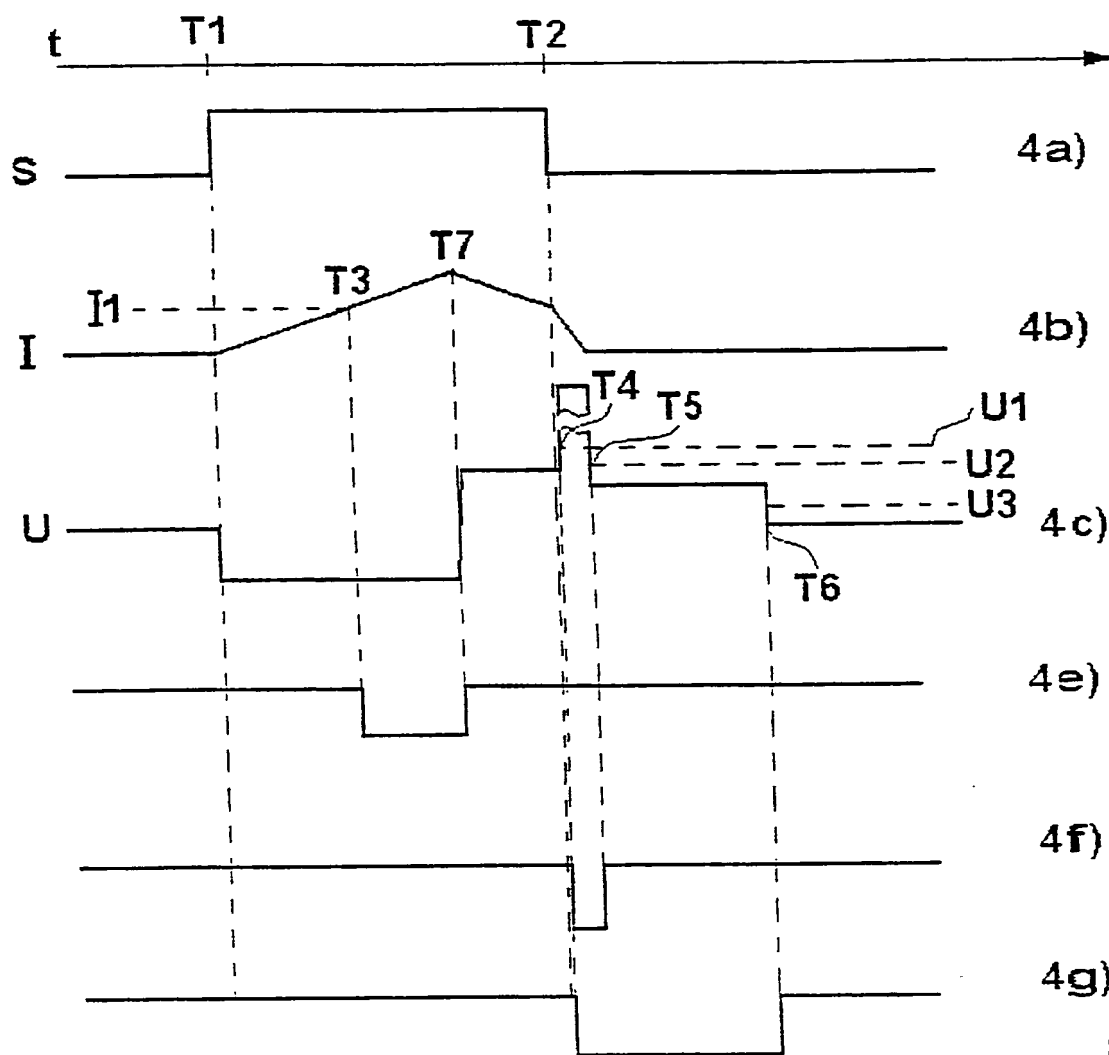


Fig. 4

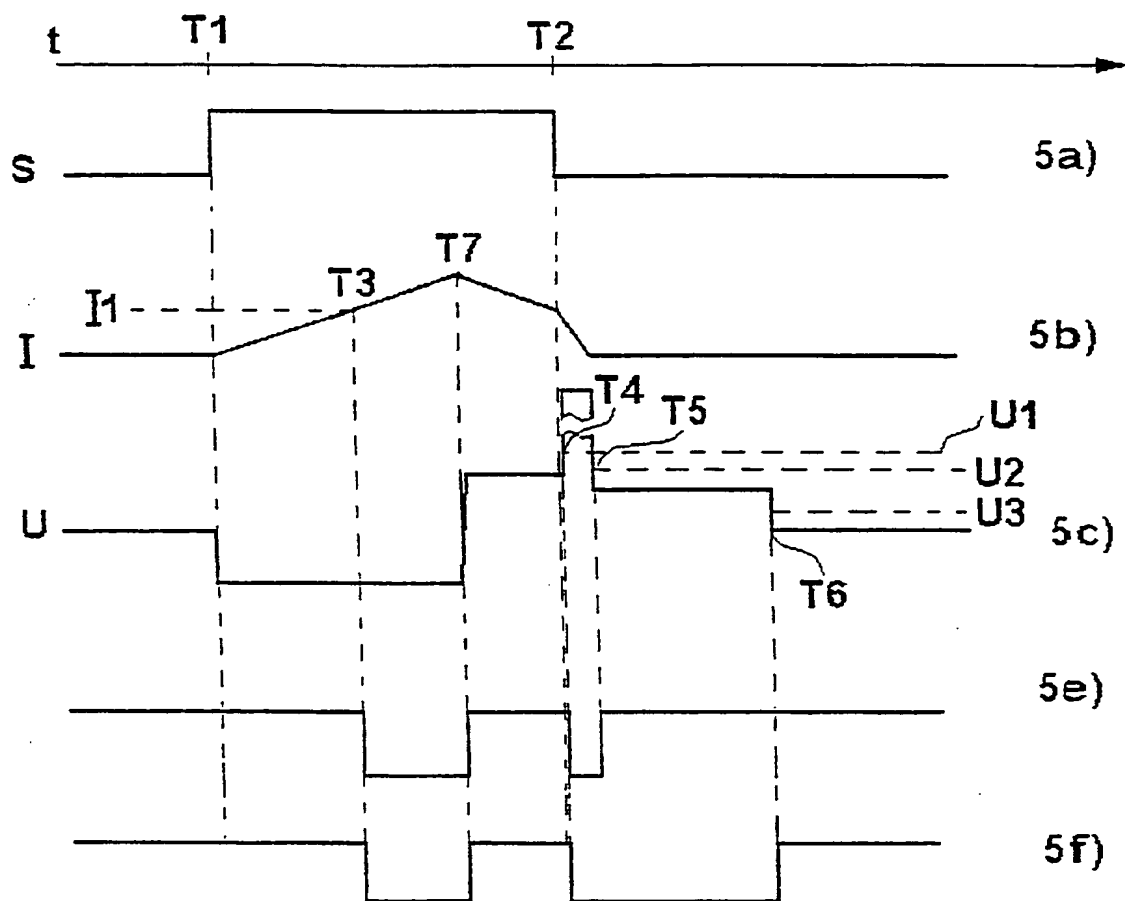


Fig. 5

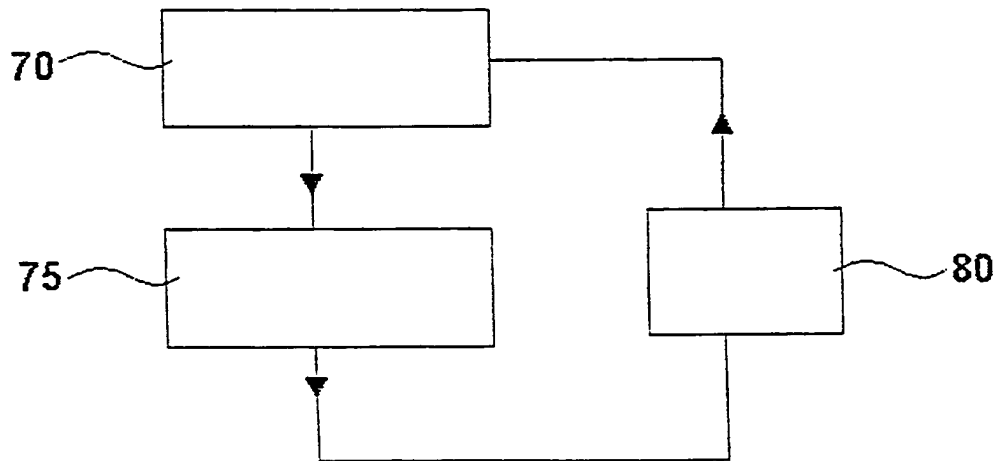


Fig. 6



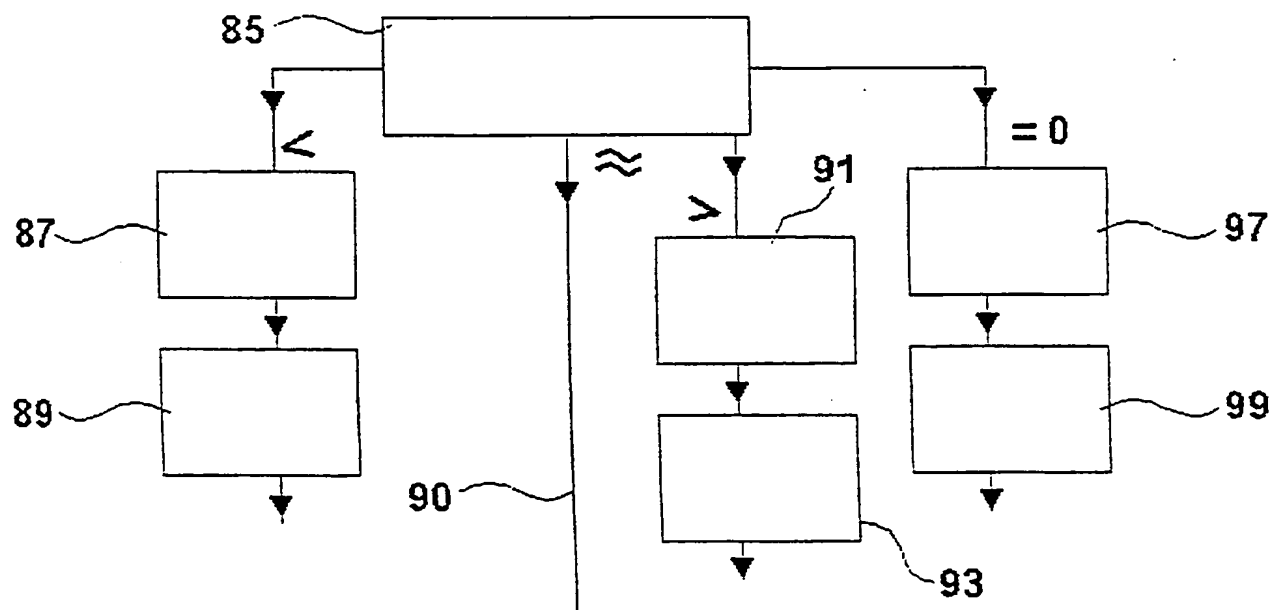


Fig. 7

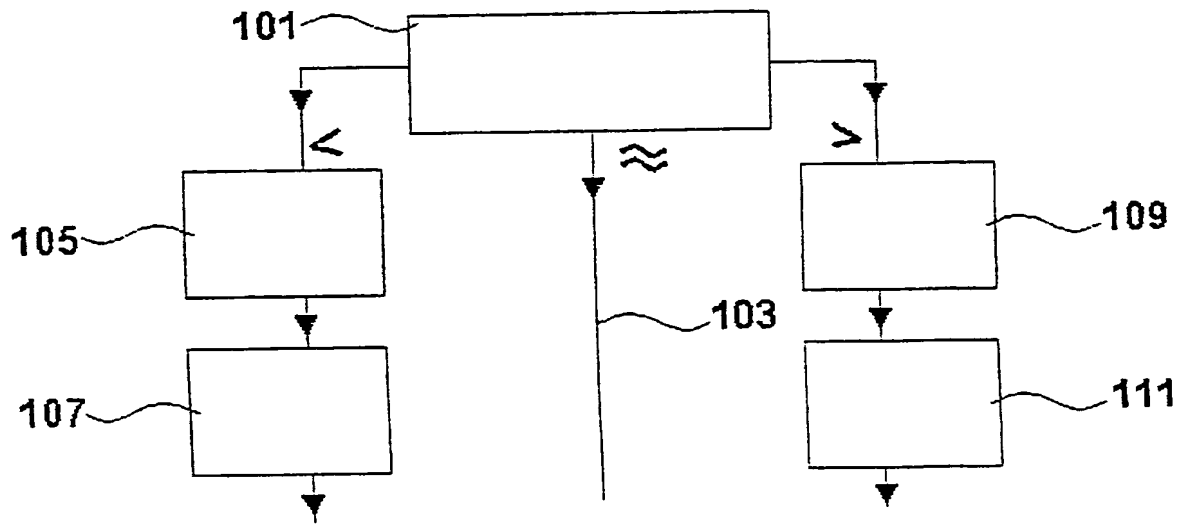


Fig. 8

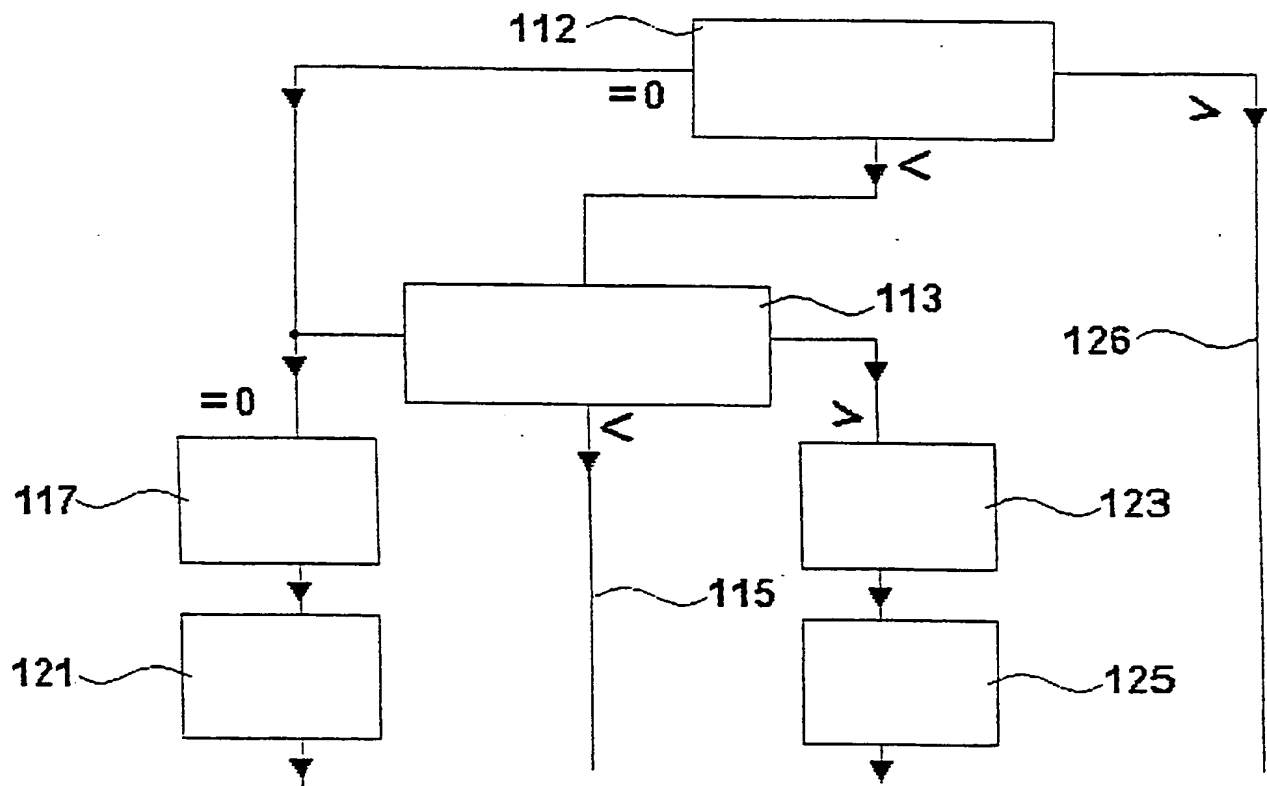


Fig. 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal Application No

PCT/DE 00/03395

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02P17/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02P G01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>US 5 283 527 A (DEBIASI CHARLES J) 1 February 1994 (1994-02-01)</p> <p>figure 1 column 2, line 11 - line 47 column 3, line 33 - line 55 column 4, line 10 - line 58 column 5, line 10 - line 52 column 6, line 8 - column 9, line 3 column 10, line 38 - line 62</p> <p>--- -/--</p>	<p>1,3,4, 6-9,11, 12,14, 15, 17-20, 22, 26-28, 31,33</p>

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 January 2001

Date of mailing of the international search report

22/01/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lapeyronnie, P

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/03395

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 208 540 A (HOEFLICH GARY R) 4 May 1993 (1993-05-04)	1,3,4,6, 7,9-12, 14,15, 17,18, 20-22, 27,28, 30,31 25
A	figure 1 column 1, line 14 - line 25 column 2, line 3 -column 4, line 40 column 4, line 62 -column 6, line 3 -----	
A	US 5 444 375 A (OHSAWA TOSHIO ET AL) 22 August 1995 (1995-08-22)  figures column 1, line 8 - line 66 -----	1,4,6,7, 9,10,12, 15,17, 18,20,21
A	DE 41 40 147 A (BOSCH GMBH ROBERT ) 9 June 1993 (1993-06-09) cited in the application column 1, line 26 -column 2, line 58 -----	1,4,5, 10,12, 15,16,21
A	US 5 387 870 A (KNAPP BENJAMIN P ET AL) 7 February 1995 (1995-02-07) figures 1,5,6 column 2, line 5 - line 68 column 3, line 64 -column 4, line 41 column 5, line 7 - line 20 column 7, line 46 -column 8, line 62 -----	1-5, 11-16,22

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/03395

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5283527	A	01-02-1994	GB 2257533 A, B	13-01-1993
US 5208540	A	04-05-1993	CA 2088616 A	29-08-1993
			DE 4303030 A	02-09-1993
			GB 2264565 A, B	01-09-1993
US 5444375	A	22-08-1995	JP 5149229 A	15-06-1993
			DE 4239803 A	27-05-1993
DE 4140147	A	09-06-1993	WO 9311356 A	10-06-1993
			DE 59205878 D	02-05-1996
			EP 0615582 A	21-09-1994
			ES 2085654 T	01-06-1996
			JP 7501594 T	16-02-1995
			US 5490489 A	13-02-1996
US 5387870	A	07-02-1995	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03395

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 F02P17/12

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02P G01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>US 5 283 527 A (DEBIASI CHARLES J) 1. Februar 1994 (1994-02-01)</p> <p>Abbildung 1 Spalte 2, Zeile 11 - Zeile 47 Spalte 3, Zeile 33 - Zeile 55 Spalte 4, Zeile 10 - Zeile 58 Spalte 5, Zeile 10 - Zeile 52 Spalte 6, Zeile 8 - Spalte 9, Zeile 3 Spalte 10, Zeile 38 - Zeile 62 --- -/--</p>	<p>1, 3, 4, 6-9, 11, 12, 14, 15, 17-20, 22, 26-28, 31, 33</p>



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Januar 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/01/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lapeyronnie, P

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/03395

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 208 540 A (HOEFELICH GARY R) 4. Mai 1993 (1993-05-04)	1,3,4,6, 7,9-12, 14,15, 17,18, 20-22, 27,28, 30,31 25
A	Abbildung 1 Spalte 1, Zeile 14 - Zeile 25 Spalte 2, Zeile 3 -Spalte 4, Zeile 40 Spalte 4, Zeile 62 -Spalte 6, Zeile 3	
A	US 5 444 375 A (OHSAWA TOSHIO ET AL) 22. August 1995 (1995-08-22)	1,4,6,7, 9,10,12, 15,17, 18,20,21
A	Abbildungen Spalte 1, Zeile 8 - Zeile 66	
A	DE 41 40 147 A (BOSCH GMBH ROBERT ) 9. Juni 1993 (1993-06-09) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 26 -Spalte 2, Zeile 58	1,4,5, 10,12, 15,16,21
A	US 5 387 870 A (KNAPP BENJAMIN P ET AL) 7. Februar 1995 (1995-02-07) Abbildungen 1,5,6 Spalte 2, Zeile 5 - Zeile 68 Spalte 3, Zeile 64 -Spalte 4, Zeile 41 Spalte 5, Zeile 7 - Zeile 20 Spalte 7, Zeile 46 -Spalte 8, Zeile 62	1-5, 11-16,22



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. Aktenzeichen

PCT/DE 00/03395

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5283527 A	01-02-1994	GB 2257533 A, B	13-01-1993
US 5208540 A	04-05-1993	CA 2088616 A	29-08-1993
		DE 4303030 A	02-09-1993
		GB 2264565 A, B	01-09-1993
US 5444375 A	22-08-1995	JP 5149229 A	15-06-1993
		DE 4239803 A	27-05-1993
DE 4140147 A	09-06-1993	WO 9311356 A	10-06-1993
		DE 59205878 D	02-05-1996
		EP 0615582 A	21-09-1994
		ES 2085654 T	01-06-1996
		JP 7501594 T	16-02-1995
		US 5490489 A	13-02-1996
US 5387870 A	07-02-1995	KEINE	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**